

The abstract and the attached ones are corresponding Japanese publication of KR Patent No. 00557'

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-201466

(43)Date of publication of application : 14.08.1989

(51)Int.Cl.

C23C 14/22

(21)Application number : 63-025601

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 08.02.1988

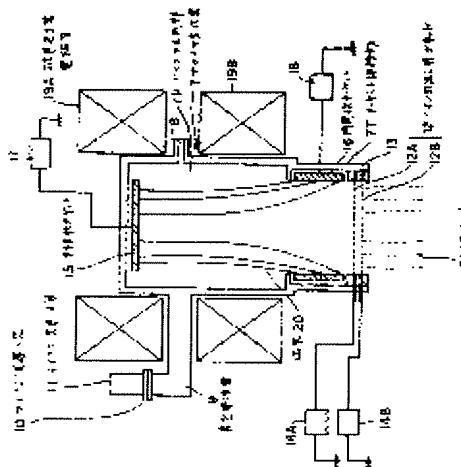
(72)Inventor : MATSUOKA SHIGETO  
ONO KENICHI

### (54) ION SOURCE

#### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To stably and efficiently extract ions over a long time by joining a vacuum waveguide to a plasma generation chamber to introduce microwaves and by installing a means of forming a magnetic field in the chamber and generating magnetic flux between targets.

**CONSTITUTION:** A vacuum waveguide 9 having a microwave introduction window 10 is joined to a plasma generation chamber 7 and a microwave waveguide 11 is connected to the window 10. A flat plate-shaped target 15 is placed at the upper part of the chamber 7 and a cylindrical target 16 near a grid 12 for extracting ions. Electromagnets 19A, 19B are arranged around the chamber 7 and a magnetic field is formed. The targets 15, 16 are placed so that magnetic flux 20 generated from the electromagnets 19A, 19B flows from the target 15 to the target 16. Gas is introduced into the chamber 7 from the inlet 8 and microwaves are also introduced. High density plasma is generated by electric discharge and ions in the plasma are extracted as ion beams 21.



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-201471

(43)Date of publication of application : 14.08.1989

(51)Int.Cl.

C23C 14/34

(21)Application number : 63-025602

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 08.02.1988

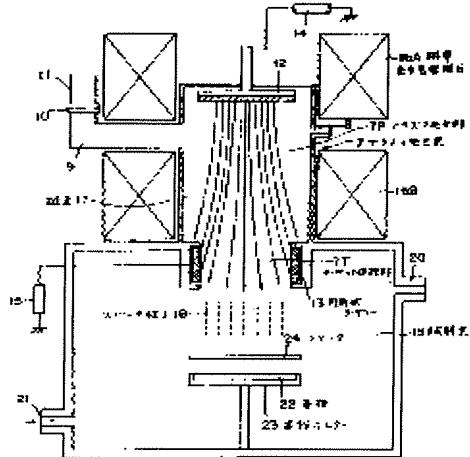
(72)Inventor : MATSUOKA SHIGETO  
ONO KENICHI

## (54) PLASMA FORMING DEVICE AND THIN FILM FORMING DEVICE UTILIZING PLASMA

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To stably form various kinds of thin films at a high speed with high efficiency by coupling a vacuum waveguide to a plasma forming chamber to introduce microwaves into the chamber and providing means for forming magnetic fields in the plasma forming chamber and for forming magnetic fluxes between targets.

**CONSTITUTION:** Gases are introduced from an introducing port 8 into the plasma forming chamber 7. The vacuum waveguide having a microwave introducing window 10 is coupled to the plasma forming chamber 7 and a microwave guide 11 is connected to the microwave introducing window 10 to supply the microwaves thereto. The flat plate-shaped target 12 and the cylindrical target 13 are provided in the plasma forming chamber 7 and a negative voltage is impressed thereto from DC power supplies 14, 15. Electromagnets 16A, 16B are provided to both ends on the outside circumference of the plasma forming chamber 7 to generate the magnetic fields. The magnetic fluxes 17 generated by the electromagnets 16A, 16B flow into the surfaces of both the targets 12 and 13. These targets 12, 13 are so installed that the magnetic fluxes 17 emerge from one target and enter the other target. The high-density plasma is thereby formed with high efficiency.



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-219160

(43)Date of publication of application : 01.09.1989

(51)Int.Cl.

C23C 14/22

C23C 14/34

(21)Application number : 63-044214

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

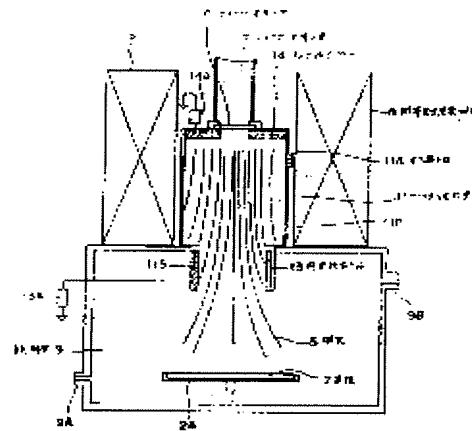
(22)Date of filing : 29.02.1988

(72)Inventor : MATSUOKA SHIGETO  
ONO KENICHI

## (54) PLASMA PRODUCING APPARATUS AND THIN FILM FORMING DEVICE USING PLASMA

### (57)Abstract:

PURPOSE: to form a high-quality thin film at a high rate with high efficiency by providing a target respectively on both ends in a plasma producing chamber, impressing a negative voltage on the targets, generating a magnetic field in the plasma producing chamber, and furnishing a means for forming a magnetic flux between both targets.



CONSTITUTION: A microwave is supplied to the plasma producing chamber 11 from a microwave inlet window 6. An annular target 14 is provided at the top in the plasma producing chamber 11, and a cylindrical target 13 is furnished on the inner side surface of a target holding part 11S. A negative voltage is impressed on both targets 13 and 14 from DC power sources 13A and 14A. An electromagnet 8 is provided around the plasma producing chamber 11 to generate a magnetic field in the chamber 11, and high-density plasma is produced at a low gas pressure. The magnetic flux 5 by the electromagnet 8 is emitted from one target, and projected into the other target. The dissipation of the secondary electron generated from the target surface in the vertical direction to the magnetic field is prevented by the magnetic flux 5 between the targets 13 and 14, and the plasma is also confined.

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-219161

(43)Date of publication of application : 01.09.1989

(51)Int.Cl.

C23C 14/22  
 H01J 27/16  
 H01J 37/08  
 H01J 37/305  
 H01L 21/203  
 H01L 21/302

(21)Application number : 63-044215

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
 <NTT>

(22)Date of filing : 29.02.1988

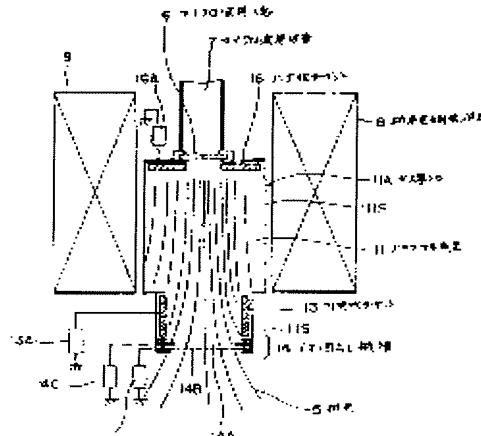
(72)Inventor : MATSUOKA SHIGETO  
 ONO KENICHI

## (54) ION SOURCE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To stably and continuously form metal ions by providing targets to both ends of the inside of a plasma production chamber, respectively, to impress negative voltages on these targets, forming a magnetic field in the plasma production chamber, and also providing a magnetic flux-forming means between the targets.

**CONSTITUTION:** Microwaves are supplied through a microwave-introducing window 6 into a plasma production chamber 11. An annular target 16 is provided to the top inside the plasma production chamber 11, and a cylindrical target 13 is provided to the vicinity of an ion leading grid 14. Negative voltages are impressed on both targets 13, 16 from D.C. electric power sources 13A, 16A, respectively. Then, an electromagnet 8 is provided to the outside periphery of the plasma production chamber 11, by which a magnetic field is generated in the plasma production chamber 11. magnetic fluxes 5 formed by the electromagnet 8 are regulated so that they come out of one target and enter another target. The magnetic field of the electromagnet 8 prevents the formed ions and electrons from dissipating in a direction perpendicular to the magnetic field and produces high-density plasma in a low gas pressure. The ions in the above plasma are drawn in the form of an ion beam.



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>  
C23C 14/22

(45) 공고일자 1992년05월14일  
(11) 공고번호 특1992-0003790

Korean Patent No  
( 0055794

(21) 출원번호	특1989-0001399	(65) 공개번호	특1989-0013820
(22) 출원일자	1989년02월08일	(43) 공개일자	1989년09월26일
(30) 우선권주장	63-25601-2 1988년02월08일 일본(JP) 63-44214-5 1988년02월29일 일본(JP)		
(71) 출원인	니쁜 덴신 덴와 가부시끼가이샤 야마구찌 가이세이 일본국 도오교도 지요다꾸 우찌사이와이죠 1죠메 1반 6고		

(72) 발명자  
마쓰오카 모리또  
일본국 이바라끼엔 가쓰따시 하시까베 1-3-6-207  
오노 겐이찌  
일본국 이바라끼엔 미도시 히메고 2-738-12  
(74) 대리인  
이병호, 최달용

심사관 : 서병렬 (책자공보 제2770호)

(54) 박막 형성 장치 및 이온원

요약

내용 없음.

대표도

도1

영세서

[발명의 명칭]

박막 형성 장치 및 이온원

[도면의 간단한 설명]

- 제 1 도는 종래의 대향 타겟 스퍼터링 장치를 도시한 단면도.
- 제 2 도는 본 발명에 따른 박막 형성 장치의 제 1 실시예에 대한 단면도.
- 제 3a 및 3b 도는 타겟의 설치를 도시한 상세 단면도.
- 제 4 도는 제 2 도에서 도시된 제 1 실시예에서 자속 방향으로 자계 강도의 분포도.
- 제 5 도는 제 1 실시예에서 고에너지의 2차 전자(γ전자)의 운동을 설명하기 위한 설명도.
- 제 6 도는 제 1 실시예의 방전 특성도.
- 제 7 도는 본 발명에 따른 박막 형성 장치의 제 2 실시예를 도시한 단면도.
- 제 8 도는 보조 전자석을 통해 흐르는 전류와 평균 이온 에너지간의 관계도.
- 제 9 도는 본 발명의 제 3 실시예를 도시하는 단면도.
- 제 10도는 제 3 실시예에서 자속 방향으로 자계 강도의 분포도.
- 제 11 도는 제 9 도에서 도시된 제 3 실시예의 방전 특성도.
- 제 12 도는 타겟에 공급된 전력에 의한 증착 속도의 의존성을 나타낸 도면.
- 제 13 도는 본 발명의 제 4 실시예의 단면도.
- 제 14 도는 본 발명의 제 5 실시예를 도시하는 단면도.
- 제 15 도는 본 발명의 제 6 실시예에서 전위 분포의 개략도.
- 제 16 도는 제 6 실시예에서 자속 방향으로 자계 강도의 분포도.
- 제 17 도는 제 15 도에서 도시된 제 6 실시예에서 방전 특성도.

제 18 내지 21 도는 본 발명의 제 7, 8, 9 및 10 실시예를 도시하는 단면도.

제 22 도는 제 21 도에서 도시된 제 10 실시예에서 자속 방향으로 자계 강도의 분포도.

제 23 도는 기판상에 입사한 이온 에너지와 보조 전자석을 통해 흐르는 전류간의 관계도.

제 24 도는 접속부에서 자속 밀도에 의한 마이크로파 반사비의 의존성을 나타낸 도면.

제 25 도는 마이크로파 도입 및 자속 방향간의 각도에 의한 마이크로파 전력 효율의 의존성을 나타낸 도면.

제 26 도는 본 발명에 따른 스퍼터링 이온원의 제 1 실시예를 도시하는 단면도.

제 27 도는 제 26 도에서 도시된 이온원을 이용한 박막 형성장치를 도시하는 단면도.

제 28 도는 제 26 도에서 도시된 이온원의 제 1 실시예의 이온 인출 특성도.

제 29 도는 본 발명에 따라 이온원의 제 2 실시예를 이용한 박막 형성 장치를 도시한 단면도.

\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

14 : 풀라즈마 발생실	15 : 마이크로파 도파관
16 : 마이크로파 도입창	17, 18 : 원주형 및 링형 타겟
24 : 기판 출더	29 : 진공 도파관
35 : 풀레너 타겟	

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 시료 기판상에 박막을 형성하는 장치 및, 시료 기판상에 박막을 형성하고, 박막의 표면을 에칭하거나 또는 박막의 표면 품질을 증진시키기 위한 이온을 인출하는 장치에 관한 것으로, 특히 전자 사이클로트론 공명에 의해 발생된 고밀도 풀라즈마를 이용하여 각종 박막을 높은 성장 속도 및 고효율로 장시간동안 안정하게 형성할 수 있는 새로운 박막 형성 장치 및 각종 이온을 고전류 밀도, 고효율로 장시간 동안 안정하게 인출하기 위한 새로운 스퍼터링형 이온원에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 낮은 가스 압력하에서 고밀도 풀라즈마를 발생할 수 있으며 박막 형성 장치 및 이온원에 사용 가능한 풀라즈마 발생 장치에 관한 것이다.

각종 LSI 제조공정에 있어서, 박막 형성 및 이온원에 관한 기술은 현재 매우 중요한 위치를 차지하고 있다.

종래의 스퍼터링 장치에 있어서,  $10^{-3}$  토르보다 낮은 가스 압력 범위에서는 방전이 안정하게 보유될 수 없으며 풀라즈마는  $10^{-2}$  토르 정도 또는 그 이상의 가스 압력에서만 발생되어, 대량의 불순물이 박막내로 침투된다는 문제점이 발생한다.

박막의 성장에 기여하는 입자는 거의 중성 입자로서 이러한 중성 입자의 에너지를 제어하는 것은 곤란하다.

한편, 마그네트론 스퍼터링 장치(예를 들어, R.K.Waits, J.Vac.Sci.Technol., Vol.15(1978), PP179-187) 및 대량 타겟 스퍼터링 장치(예를 들어, M.Matsuoka et al., J.Apply.Phys., Vol.60(1986), PP.2096-2102)가 저가스 압력의 고속 스퍼터링을 허용하여 고안 및 예시되어 있다.

마그네트론 스퍼터링 장치에 있어서, 고에너지 2차 전자가 타겟 표면상에서 폐쇄된 자계 및 타겟 표면상의 전계효과로 인하여 타겟 표면상에서 트랩(trap)되어 고밀도 풀라즈마가 저가스 압력하에서 발생될 수 있다. 그러나, 타겟의 침식된 부분 및 침식되지 않은 부분에 각각 대응하는 성장 박막 부분의 질이 서로 크게 다르게 된다는 문제가 있다. 또한, 타겟이 Fe와 같은 자성체로 형성된 경우, 타겟 표면에는 자속이 누설되지 않아 고밀도 풀라즈마가 발생될 수 없으며 형성되는 박막의 종류는 한정되어 있다.

제 1 도에서는 종래의 대량 타겟 스퍼터링 장치를 도시한다. 스퍼터링실(1)은 진공 펑프에 의해 진공 상태로 될 수 있으며 풀라즈마 발생용 가스가 가스 입구(2)로부터 도입된다. 스퍼터링실(1)내에 기판(4)을 지지하기 위한 기판 출더(3)가 배치된다. 출더(3)내에 가열기(5)가 내장된다. 두 타겟(6 및 7)이 서로 대향하는 관계로 배열된다. 타겟(6 및 7)상에 자계를 인가하기 위한 자석(8 및 9)은 타겟 출더(10 및 11)에 각각 내장된다. 타겟 출더는 절연기(12 및 13)에 의해 스퍼터링실(1)에서 전기 절연된다. 스퍼터링실(1)에서 방전이 실행될 때, 타겟간에서 고에너지의 2차 전자가 한정되어 타겟간에서 고밀도 풀라즈마를 발생한다. 거의 모든 종류의 박막이 기판(4)의 표면상에서 고증착 속도로 형성될 수 있다는 특수한 특징을 갖는다. 이러한 장치에 있어서, 기판의 표면상에 고에너지의 입자 침투가 감소되며 이러한 장치는 고품질의 박막을 낮은 온도에서 형성하기 위한 보다 양호한 장치 중 하나로서 간주된다. 그러나, 타겟(6 및 7)은 대량 관계로 서로 적당한 거리를 두고 배치되어, 기판(4)은 수평 위치에 놓여져야 하며 기판(4)의 표면상에 증착되어 스퍼터된 입자의 증착 속도는 느린다. 또한, 대량 디스크등의 대량 표면의 코팅의 경우에 있어서, 증착속도 또는 효율은 타겟이 상기 방법으로 배치될 때 본질적으로 낮다는 문제점을 일으킨다.

만일 박막을 보다 낮은 온도에서 형성하는 것이 바람직하다면, 고이온화 속도의 높은 활성 풀라즈마를 이용해야만 한다. 산화물 박막, 질화물 박막 등과 같은 반응성 박막을 형성하는 경우에 있어서, 특히 풀라즈마의 반응도가 중요하다.

여러 박막을 낮은 온도에서 형성하기 위한 방법으로서 전자 사이클로트론 공명(ECR) 풀라즈마 및 스퍼터링(예를 들어, S.Matsuo et al. 미국 특허 제4,492,620호)을 이용하는 스퍼터링형 ECR마이크로파

풀라즈마증착 장치가 고안 및 예시되어 있다. 이러한 장치는 스퍼터링에 의한 금속 공급과 마이크로파 풀라즈마의 기판 조사를 결합하여 박막을 낮은 온도에서 형성하는 우수한 방법을 제공한다.

그러나, 종래의 ECR스퍼터링 장치가 박막을 고증착 속도로 형성하는데 사용되면, 마이크로파 풀라즈마의 밀도는 증가되어 박막의 성장 및 기판에 대한 손상이 증가되는 결함이 발생한다.

한편, 박막을 고증착 속도로 형성하기 위하여, 타겟상의 마그네트론 방전과 결합하여 ECR스퍼터링장치(예를 들어, C.Takahashi et al.J.Vac.Sci.Techol., Vol.A6(1988), PP.2348-2352)가 고안 및 예시되어 있다. 그러나, 상기 기술에 의하면, 타겟상에서 폐쇄된 자속 분포를 한정하기 위하여 하나 이상의 특정 자기 회로가 제공되어진다. 또한, 고밀도 풀라즈마는 타겟상에 국부적으로 존재하여, 국부적으로 존재하는 고밀도 풀라즈마와 마이크로파 풀라즈마간의 상호 작용은 미약하게 된다. 결과로써, 보다 낮은 가스 압력하에서 효율적인 박막 성장을 실행할 수 없다는 문제가 발생한다.

한편, 풀라즈마에서 발생된 이온을 인출하기 위해 그리드와 같은 이온 인출 기구를 이용하는 이온원이 각종 박막을 형성하고, 형성된 박막의 표면을 에칭하고 형성된 박막을 처리하는 것등 광범위하게 사용된다.

금속 이온원으로서, 본 기술 분야에 숙련된 자에게는 증발형 이온원 및 스퍼터링형 이온원이 잘 알려져 있다. 그러나, 증발형 이온원은 용광로내의 온도를 고온으로 유지시켜야만 하므로, 증발된 입자는 이온화되어 성장되어지는 박막내에 불순물이 포함될 수 있다. 또한, 고용융점을 갖는 물질의 이온 인출은 곤란하다(예를 들어, M.A.Hasan et.al., J.Vac Sci. Technol., VOL.B5(1987), PP. 1332-1339). 스퍼터링형 이온원의 경우에 있어서, 풀라즈마로 타겟을 스퍼터링하여 얻어진 금속 이온이 선택적으로 인출되지만, 광범위에 걸쳐 고전류 이온을 인출하는 것은 곤란하다(예를 들어, B.Gavin, IEEE Trans.Nucl.Sci., Vol.NS-23(1976), PP. 1008-1012).

스퍼터링을 이용하여 고전류 이온원을 실현하기 위하여, 풀라즈마 밀도는 고효율의 고레벨로 유지되어야 한다. 이러한 목적을 위하여, 타겟으로부터 방출된 2차 전기는 효율적으로 한정되어지지만, 종래의 이온원은 2차 전자를 만족스럽게 한정할 수 없다.

고효율 및 대면적을 갖는 이온 인출 방법이, 예를 들어 N.Terada et al., Proc.Int'l Ion Engineering Congress, ISIAT'83 및 IPAT'83, Kyoto(1983), PP.999-1004에서 기술되어 있다. 이러한 방법에 의하면, 한쌍의 대향 타겟에 부전위가 인가되어 고에너지의 2차 전자는 발생된 자계에 의해 타겟간에서 한정된다. 결과로써, 고밀도 풀라즈마가 발생될 수 있으며 금속 이온의 인출이 고효율로 실현될 수 있다. 그러나, 이러한 방법에 의하면, 타겟을 통해 이온 인출 구멍이 형성되어 타겟 자체는 이온 인출용 수단인 그리드의 기능을 갖는다. 결과로써, 이온을 장시간 동안 안정하게 인출하는 것은 곤란하다.

인출된 이온에서 금속 이온의 비율을 증가시키기 위하여 가능한한 많이 낮은 가스 압력 범위에서 발생된 풀라즈마를 이용하는 것이 적합하다. 그러나, 타겟 자체의 방전이 간단하게 이용되면, 낮은 가스 압력 범위에서의 안정성은 만족스럽지 않으며 대전류 이온의 인출은  $10^{-4}$  토르의 압력에서 달성을 수 없다는 문제가 발생한다.

그러므로  $10^{-5}$  토르 정도의 저압력에서라도 안정하게 발생될 수 있는 ECR풀라즈마가 이온원과 결합될 때, 이온 인출은 저가스 압력 범위에서라도 안정하게 발생된 풀라즈마를 이용함으로써 실현될 수 있다.

상기 기술에 의거하여, 마이크로파 방전 및 페닝(peming)방전이 결합되는 이온원(예를 들어, Y.Yoshida et al.J.Vac.Sci.Technol., Vol.A6 1988, PP.2451-2456)이 제안되어 있다. 그러나, 이러한 기술을 사용할때라도, 마이크로파의 도입을 위한 루프 안테나가 스퍼터링에 의해 소비되므로, 장시간 동안 안정하게 이온 인출을 실행할 수 없을 뿐만 아니라 이러한 기술은 광범위에 걸쳐 이온을 인출하는데는 본질적으로 적합되지 않는다.

ECR풀라즈마를 이용한 이온 샤워(shower)장치가 미국 특허 제4,450,031호에서 기술되었다. 그러나, ECR을 이용하여 발생된 마이크로파 풀라즈마를 이용하는 종래의 이온원은 금속 이온을 방출하기 위한 원을 갖지 않으므로, 금속 이온을 인출하는 것은 불가능하다. 또한 타겟이 금속 이온 방출원으로서 장치내에 배치될때라도, 마이크로파 풀라즈마의 밀도는 증가되어 그리드등과 같은 이온 인출기구는 풀라즈마에서 입자 충돌을 일으켜 안정한 이온 인출을 실행할 수 없다.

상기와 같이, 종래의 박막 형성 방법은 다음의 조건 즉 (a) 성장되어지는 박막 및 기판에 대한 손상 및 극심한 온도 상승을 일으키지 않고 고증착 속도로 박막을 형성하며, (b) 기판상에 입사하는 각 입자의 에너지는 낮으며, (c) 풀라즈마의 이온화비는 높은 값으로 유지되어야 하며, (d) 저가스 압력하에서 방전이 실행될 수 있으며, (e) 기판 표면상의 타겟으로부터 스퍼터된 원자 또는 이온의 증착 효율은 높아야 한다는 조건을 동시에 만족할 수 없다.

동일한 방법으로, 종래의 스퍼터링형 이온원 기술은 다음의 조건 즉 (a) 고수율(고밀도 및 대면적), (b) 고풀라즈마 발생 효율, (c) 고이온 인출 효율, (d) 이온의 고순도, (e) 이온 에너지의 용이한 제어, (f) 고용융점을 갖는 물질, 금속등을 포함한 거의 모든 물질에서 이온을 인출하는 능력, (g) 이온 발생 처리시에 가열 및 증발 단계의 제외 및, (h) 장기간 동안 안정하게 이온을 인출하는 능력을 동시에 만족할 수 없다.

ECR풀라즈마를 이용하는 종래의 스퍼터링형 이온원으로, 고용융점을 갖는 금속 또는 물질 이온은 인출될 수 없으며 이온 인출은 장시간 동안 안정하게 계속될 수 있다.

상기로부터, 본 발명의 한 목적은 종래의 박막 형성장치에서 발생되는 상기 및 다른 문제를 실제로 해결할 수 있으며, 저가스 압력에서 발생된 고밀도 ECR풀라즈마를 이용하여 스퍼터링처리를 실행할 수 있으며 고이온화 속도 및 저에너지 레벨로 스퍼터된 입자에 의해 성장되어지는 박막 및 기판에

어떠한 손상이라도 일으키지 않고 저온, 고증착 속도 및 고효율로 유지된 기판상에 고품질의 박막을 연속적으로 형성할 수 있는 박막 형성 장치를 제공하는데 있다.

본 발명의 다른 목적은 금속, 불활성가스, 반응성 가스등과 같은 거의 모든 물질의 고순도 이온을 저가스 압력하에서 넓은 에너지 범위에 걸쳐 장시간 동안 안정하게 고수율로 인출할 수 있는 ECR플라즈마를 사용한 스퍼터링형 이온원을 제공하는데 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 박막 형성 장치 및 또한 이온원에 적용 가능한 저 가스 압력하에서 고밀도 ECR플라즈마를 발생할 수 있는 장치를 제공하는데 있다.

본 발명의 제 1 특징에 있어서, 박막 형성 장치는, 풀라즈마를 발생하기 위해 가스가 도입되는 풀라즈마 발생실, 풀라즈마 발생실에 마이크로파를 도입하기 위한 마이크로파 도입창, 스퍼터되어지며 풀라즈마 발생실의 내부의 양단부에서 각각 설치되는 물질로 제조된 제 1 타겟 및 제 2 타겟, 제 1 및 제 2 타겟중 적어도 하나는 관형임, 제 1 및 제 2 타겟에 부전압을 인가하기 위한 적어도 하나 이상의 전원, 풀라즈마 발생실에서 자계를 발생하며 제 1 및 제 2 타겟중 하나로부터 출발하여 다른 타겟내로 진입하는 자속을 발생하기 위한 자계 발생수단 및, 관형 타겟의 측상에서 풀라즈마 발생실과 통하며 이 발생실내에 설치된 기판 훌더를 갖는 시료실을 구비한다.

여기서, 풀라즈마 발생실은 풀라즈마가 마이크로파 전자 사이클로트론 공명 방전에 의해 발생되어지는 방법으로 구성될 수 있다.

마이크로파는 발생될 풀라즈마의 축방향으로 풀라즈마 발생실내로 도입될 수 있으며, 마이크로파 도입창은 진공 도파관을 통해 풀라즈마 발생실에 연결될 수 있으며, 진공 도파관은 요크로 둘러싸여져 자계 발생수단으로 발생된 자계는 춤수되며, 진공도파관내의 자계 강도는 감소되어 자계 강도는 진공 도파관과 풀라즈마 발생실 사이의 경계에서 급격하게 변화된다.

마이크로파 도입 방향은 발생되는 풀라즈마의 축과 평행을 이루지 않을 수 있다.

마이크로파 도입창은 제 1 및 제 2 타겟으로부터 직접 관찰될 수 없는 위치에 놓여질 수 있다. 관형 타겟은 다각형관의 형상을 수 있다.

제 1 및 제 2 타겟중 하나는 관형일 수 있으며, 다른 하나는 평판형일 수 있다.

제 1 및 제 2 타겟 모두는 관형일 수 있다. 시료실은 풀라즈마 발생실의 양단 각각과 통할 수 있다. 제 1 및 제 2 타겟은 관형의 한 타겟의 단부일 수 있다. 보조자계 발생 수단은 자계 발생 수단에 의해 발생된 자계를 제어하기 위해 기판 훌더 부근에 배치될 수 있다.

본 발명의 제 2 특징에 있어서, 이온원은 풀라즈마를 발생하기 위해 가스가 도입되는 풀라즈마 발생실, 마이크로파를 풀라즈마 발생실내로 도입하기 위한 마이크로파 도입창, 풀라즈마 발생실의 한 단에 배치된 이온 인출 기구, 스퍼터되어 풀라즈마 발생실의 내부의 양단부에 각각 배치된 물질로 제조된 제 1 타겟 및 제 2 타겟, 제 1 및 제 2 타겟중 적어도 하나는 관형임, 풀라즈마 발생실의 전압에 대해 부전압인 전압을 제 1 및 제 2 타겟에 인가하기 위한 적어도 하나 이상의 전원, 제 1 및 제 2 타겟중 하나로부터 출발하여 다른 타겟내로 진입하는 자계 및 자속을 발생하기 위한 자계 발생 수단을 구비한다.

여기서, 풀라즈마 발생실은 풀라즈마가 마이크로파 전자 사이클로트론 공명 방전으로 발생되는 방법으로 구성될 수 있다.

마이크로파는 풀라즈마의 축방향으로 풀라즈마 발생실내로 도입될 수 있으며, 마이크로파 도입창은 진공도파관을 통해 풀라즈마 발생실에 연결될 수 있으며, 진공 도파관은 요크로 둘러싸여져 자계 발생 수단으로 발생된 자계는 춤수되며, 진공 도파관내의 자계 강도는 감소되어 자계 강도는 진공 도파관과 풀라즈마 발생실 사이의 경계에서 급격하게 변화된다.

마이크로파 도입 방향은 발생되는 풀라즈마의 축과 평행하지 않을 수 있다.

마이크로파 도입창은 제 1 및 제 2 타겟으로부터 직접 관찰될 수 없는 위치에 놓여질 수 있다.

관형 타겟은 다각형관형일 수 있다. 제 1 및 제 2 타겟중 하나는 관형인 반면에 다른 하나는 평판일 수 있다.

제 1 및 제 2 타겟 모두는 관형일 수 있다. 시료실은 풀라즈마 발생실의 양단 각각과 통할 수 있다. 제 1 및 제 2 타겟은 관형인 한 타겟의 단부 각각일 수 있다.

보조 자계 발생 수단은 자계 발생 수단에 의해 발생된 자계를 제어하기 위해 기판 훌더의 부근에 배치될 수 있다.

이온 인출기구는 관통된 두 그리드를 구비할 수 있다. 이온 인출 기구는 하나의 관통된 그리드를 구비할 수 있다.

본 발명의 제 3 특징에 있어서, 박막 형성 장치는 풀라즈마를 발생하기 위해 가스가 도입되는 풀라즈마 발생실, 풀라즈마 발생실은 풀라즈마가 마이크로파 전자 사이클로트론 공명 방전으로 발생되며, 풀라즈마 발생실에 연결되어 마이크로파를 도입하기 위한 마이크로파 도입창, 풀라즈마 발생실의 한 단에 배치된 이온인출 기구, 풀라즈마 발생실의 내부의 양단부에 배치되어, 스퍼터되어 진 물질로 제조된 제 1 타겟 및 제 2 타겟, 제 1 및 제 2 타겟중 적어도 하나는 관형임, 풀라즈마 발생실의 전압에 대해 부전압인 전압을 제 1 및 제 2 타겟에 인가하기 위한 적어도 하나 이상의 전원, 제 1 및 제 2 타겟중 하나로부터 출발하여 다른 타겟내로 진입하는 자계 및 자속을 발생하기 위한 자계 발생 수단 및, 풀라즈마 발생실에 연결되며 이 발생실내에 설치된 기판 훌더를 갖는 시료실을 구비한다.

본 발명의 제 4 특징에 있어서, 풀라즈마 발생 장치는, 풀라즈마를 발생하기 위하여 가스가 도입되는

풀라즈마 발생실, 풀라즈마 발생실은 풀라즈마가 마이크로파 전자 사이클로트론 공명 방전으로 발생되는 방법으로 구성되며, 마이크로파가 풀라즈마 발생실내로 도입하기 위한 마이크로파 도입창, 풀라즈마 발생실의 내부의 양단부에 배치되어 스피터되는 물질로 제조된 제 1 타겟 및 제 2 타겟, 제 1 및 제 2 타겟중 적어도 하나는 관형임, 풀라즈마 발생실의 전압에 대해 부전압인 전압을 제 1 및 제 2 타겟에 인가하기 위한 적어도 하나이상의 전원 및, 제 1 및 제 2 타겟중 하나에서 출발하여 다른 타겟내로 진입하는 자계 및 자속을 발생하기 위한 자계 발생 수단을 구비한다.

본 발명의 그밖의 목적, 효과, 특징 및 장점을 첨부된 도면을 참조한 실시예의 설명으로 명확해질 것이다.

지금부터 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명을 보다 상세히 기술하고자 한다.

제 2 도는 풀라즈마 발생 장치가 시료실과 결합되는 본 발명에 따른 박막 형성 장치의 제 1 실시예를 도시한 단면도이다. 풀라즈마 발생실(14)은 풀라즈마 발생부(14P) 및 타겟 설치부(14S)를 구비한다. 풀라즈마 발생하기 위한 가스는 가스 입구(14A)를 통해 마이크로파 도파관(15)과도 통하는 풀라즈마 발생실(14)내로 도입된다. 마이크로파는 발진기, 정합장치, 마이크로파 와트매터(watmeter), 절연기등으로 구성된 마이크로파 도입 기구에 연결된 마이크로파 원으로부터 마이크로파 도입창(16)을 통해 발생되는 풀라즈마의 축방향으로 풀라즈마 발생실(14)내로 도입된다. 제 1 실시예에 있어서, 마이크로파 도입창(16)은 수평 유리 시트로 제조된다. 마이크로파 원으로서 예를들어, 2.45GHz의 주파수를 갖는 마그네트론이 사용된다. 관형타겟(17)은 타겟 설치부(14S)의 내측면상에 설치된다. 링형 타겟(18)은 이의 상부에서 풀라즈마 발생실(14)내에 설치된다. 제 1 실시예에 있어서, 원주형 타겟(17)이 관형 타겟으로서 사용되지만, 다각형 타겟이 사용될 수 있으며 (17)의 횡단면이 원주 방향으로 연속 또는 불연속으로 연장된 원 또는 다각형 링형일 수 있다는 것을 주목하자.

제 3a 및 3b 도는 풀라즈마 발생실에 타겟(17 및 18)을 설치하기 위한 방법을 도시한 것이다. 도시된 바와 같이, 타겟(17)은 금속으로 제조된 타겟 마운트(17A)상에 분리 가능하게 설치된다. 타겟 마운트(17A)는 물로 냉각될 수 있으며 내부 설치된 캡(17B)을 갖고 풀라즈마 발생실(14)의 축벽(14B)에 안전하게 고정된다. 절연기(17C)는 타겟 마운트(17A) 및 축벽(14B)사이에 삽입된다. 동일한 방법으로, 타겟(18)은 금속으로 제조된 타겟 마운트(18A)상에 분리 방식으로 설치된다. 타겟 마운트(18A)는 물로 냉각될 수 있으며, 절연기(18C)를 통해 벽(14C)에 내부 설치된 캡(18B)을 갖고 안전하게 고정된다. 타겟 마운트(17A 및 18A)의 수평 및 수직으로 연장된 부(17D 및 18D)는 또한 DC전원(19 및 20)각각에 전기 접속된 전극으로서 작용하여, 부전압이 타겟(17 및 18) 각각에 인가될 수 있다.

풀라즈마 발생부(17P)는, 예를들어, 마이크로파 공동 공명기의 조건중 하나인 원형 공동 공명 모드 TE<sub>113</sub>를 사용한다. 즉, 마이크로파의 전계 강도 뿐만 아니라 마이크로파 방전의 효율을 증가시키기 위하여 내직경이 20cm 및 높이가 20cm인 실린더의 형이다. 풀라즈마 발생부(14P)의 하단면과 타겟 설치부(14S)간의 인터페이스는 직경이 10cm인 구멍을 갖는다. 인터페이스는 마이크로파용 반사 표면으로서 작용한다. 풀라즈마 발생부(14P)는 공동 공명기로서 작용한다.

풀라즈마 발생실(14)은 실(14)내에서 자계를 발생시키는 적어도 하나 이상의 전자석(21)으로 둘러싸여 있다. 이러한 경우에 있어서, 마이크로파에 의해 전자 사이클로트론 공명을 발생하기 위한 조건이 풀라즈마 발생부(14P)내에서 만족될 수 있도록 여러 구성 조건이 정해진다. 예를들어, 2.45GHz의 주파수로 마이크로파의 ECR조건은 875G의 자속 밀도로, 전자석(21)은 예를들어, 2000G의 최대 밀도를 얻도록 설계 및 구성되며 자속 밀도 875G는 풀라즈마 발생부(14P)내의 어느 곳에서라도 얻을 수 있다. 풀라즈마 발생부(14P)내에서의 에너지는 고효율로 전자의 공급되며 발생부(14P)내에서 설정된 자계는 발생된 이온 및 전자가 자계와 수직 방향으로 스퍼터링하는 것을 방지하여 저 가스 압력하에서 고밀도의 풀라즈마가 발생된다. 실린더형 타겟(17) 및 링형 타겟(18)은 전자석(21)으로부터 나온 자속(22)이 타겟(17 및 18)의 표면에 진입하고 또한 자속이 한 타겟으로부터 출발하여 다른 타겟내로 진입하도록 배치된다.

풀라즈마 발생실은 물로 냉각될 수 있으며 풀라즈마로부터 타겟(17 및 18)의 축표면을 보호하기 위하여, 풀라즈마 발생실(14)의 내벽 표면으로부터 수평 및 수직으로 각각 연장된 차폐부(14D 및 14E) 각각으로 둘러싸여지도록 구성된다.

풀라즈마 발생실(14)이 고진공 상태로 진공된 후에, 마이크로파가 풀라즈마 발생실(14)내로 도입되는 동안 가스는 가스 입구(14A)를 통해 풀라즈마 발생실(14)로 도입되어 고밀도의 풀라즈마를 발생하기 위해 ECR조건하에서 방전이 실행된다. 두 타겟간에서 연장된 자속은 타겟 표면에서부터 방출된 2차 전자(γ 전자)가 자계와 수직 방향으로 스퍼터링하는 것을 방지하며 또한 풀라즈마를 한정하도록 작용한다. 결과로써, 고밀도의 풀라즈마는 저가스 압력하에서 발생된다. 이와 같이 발생된 풀라즈마는 이온 및 중성입자를 녹-온(knock-on)하도록 타겟을 스퍼터한다. 녹-온된 이온 및 중성입자는 스퍼터된 입자로서 인출된다. 풀라즈마 발생실(14)의 하단부는 가스 입구(23A)를 통해 가스가 도입될 수 있으며 가스 출구(23B)를 통해 배기 시스템에 의해 고진공 상태로 진공될 수 있는 시료실(23)을 통한다. 시료실내에 기판(25)을 지지하는 기판 헤더(24)가 배치되며, 개방 또는 단락된 셔터(26)가 기판 헤더(24)상에 배치된다. 다음에 기술될 다른 실시예에서는 때때로 셔터(26)는 도시되지 않는다. 기판 헤더(24)를 가열하기 위한 가열 소자가 기판 헤더(24)내에 설치되어 DC 또는 AC전압이 기판(25)에 인가되어 바이어스 전압은 박막이 성장되어지는 기판(5)에 인가될 수 있으며 기판은 스퍼터링에 의해 청정될 수 있다.

제 4 도에서는 제 2 도에서 도시된 제 1 실시예에서 자속 방향으로 자계 장치의 분포를 도시한 것이다. 자계는 발산 자계이다.

제 5 도를 참조하면, 제 1 실시예에서 풀라즈마 증식기구에 대해 기술하고 있다. 가스는 풀라즈마 발생실내로 도입되어 ECR조건하에서 풀라즈마로 발생된다. 상술된 바와 같이, 물로 냉각된 링형 타겟(18)이 풀라즈마 발생실의 상단 부근에서 설치되며 또한 물로 냉각된 원주형 타겟(17)이 발생된

플라즈마를 에워싸도록 시료실과 통하는 플라즈마 발생실의 출구에 설치된다.

マイクロ파 도입창(16)이 링형 타겟(18)의 중심에 배치되어 마이크로파는 링형 타겟(18)의 중심을 통해 플라즈마 발생실(14)내로 도입된다.

제 1 실시에는 전자석(21)에 의해 발생된 자속(22)이 원주형 타겟(17) 및 링형 타겟(18)의 표면 사이에서 연장되도록 설계 및 구성된다. 다시 말하면, 자속은 한 타겟의 표면을 출발하여 다른 타겟의 표면내로 진입한다.

자계가 공간내에서 점차적으로 변화할 때, 발생된 고밀도 플라즈마내의 전자는 이온의 이동도보다 아주 높은 이동도를 갖는다. 전자는 자속(22)에 의해 한정되어 자속(22)의 둘레에서 나선 운동을 하며 각 모멘트를 보유하는 동안, 자계의 경도에 의해 타겟 방향으로 가속된다. 부전압  $V_a^c$  및  $V_a^p$ 이 상술된 방법으로 발생된 고밀도의 플라즈마에 현재 노출된 원주형 타겟(17) 및 링형 타겟(18)에 인가될 때, 고밀도 플라즈마의 이온은 원주형 타겟(17) 및 링형 타겟(18)에 효율적으로 충입되어 타겟을 스퍼터한다. 이온이 타겟의 표면상에 충돌될 때, 2차 전자( $\gamma$ 전자)(27)가 방출된다. 2차 전자(27)는 타겟에 의해 발생된 자계로 가속되며, 자속으로 한정되어 나선 운동을 하는 동안 대향 타겟쪽으로 고에너지 갖고 이동한다. 대향 타겟에 도달된 2차 전자는 이로써 발생된 전계에 의해 반사된다. 결과로써, 2차 전자는 나선 운동을 하는 동안 타겟간에서 한정된다. 이와 같이 왕복으로 이동하는 2차 전자는 이들의 에너지가 자속의 제한력보다 낮게 될 때까지 한정되며, 이를 2차 전자가 한정되는 동안, 중성 입자와의 충돌 및 플라즈마와의 상호 작용으로 이온화가 가속화된다.

플라즈마가 활성이므로,  $10^{-5}$  토르 정도의 저가스 압력하에서 안정한 방전을 보유할 수 있을 뿐 아니라 활성 종류가 중요한 역할을 하는 비교적 높은 온도에서 조차도, 보다 양호한 수정 구조를 갖는 박막이 낮은 온도에서 기판에 대한 활성 플라즈마 작용에 의해 성장될 수 있다.

본 발명에 따른 박막 형성 장치에 있어서, 플라즈마의 이온화 속도가 상기와 같이 높으므로, 플라즈마로 스퍼터된 입자의 이온화비는 높다. 이로써, 소위 자기 스퍼터링 즉, 스퍼터되어 타겟에 인가된 전위로 다시 가속화되는 이온화된 입자를 갖는 타겟의 반복적 스퍼터링은 극히 높게 된다. 즉, 본 발명은 플라즈마 발생용 가스(예를 들어, Ar)가 매우 적거나 또는 가스를 사용하지 않을 때라도, 상기 자체 스퍼터링이 연속되어 고순도 박막이 형성될 수 있는 특징을 갖는다.

다음에, 본 발명에 따른 박막 형성 장치에 의한 AlN 박막의 형성 결과를 기술하고자 한다. 시료실(23)이  $5 \times 10^{-7}$  토르의 진공 상태로 진공된 후에, 질소( $N_2$ )가 2cc/min의 속도로 도입되어 플라즈마 발생실(14)내의 가스 압력은  $3 \times 10^{-4}$  토르로 유지되었다. 박막은 도입된 마이크로파의 전력이 100 내지 500W이며, Al타겟(17)에 인가된 전력이 100 내지 800W이며 기판 올더가 300°C로 가열되는 조건 하에서 성장되었다. 결과는 AlN막이 장기간 동안 안정하고 효율적인 방법으로 3 내지 40nm/min의 증착 속도로 증착되었다.

제 6 도에서는 링형 타겟에 인가된 전압이 -500V로 보유되며, 질소 가스의 압력이  $3 \times 10^{-3}$  토르로 보유되며 마이크로파 전력이 300W 내지 800W로 보유되었을 때의 제 1 실시예의 방전 특성을 도시한 것이다. 제 1 실시예에 의하면, 실린더형 타겟(17) 및 링형 타겟(18) 각각에 인가된 전압이 서로 다를 때라도, 충분히 높은 밀도의 플라즈마가 발생되었다. 또한 동일 전압이 두 타겟에 인가될 때라도, 즉, 타겟이 서로 전기 접속될 때라도, 즉, 타겟이 서로 전기 접속될 때라도, 고밀도의 플라즈마가 상당히 높은 정도의 효율을 발생될 수 있다. 증착속도는 인가된 전력에 따라 선형적으로 증가되었다. 실험에 있어서, 이온의 평균 에너지는 5eV 내지 30eV까지 변화되었다.

본 발명에 따른 박막 형성 장치는 AlN막의 형성으로 국한되지 않으며 거의 모든 물질의 박막을 형성하는데 적용될 수 있다. 또한, 플라즈마 발생실내로 도입된 가스는 질소 가스에만 국한되지 않으며 거의 모든 반응성 가스가 사용될 수 있어 반복 스퍼터링을 달성할 수 있다. 또한, 타겟으로서 여러 춘합물을 사용할 수 있으므로 거의 모든 물질의 박막을 형성할 수 있다.

제 7 도를 참조하면, 본 발명에 따른 박막 형성 장치의 제 2 실시예를 기술하기로 한다. 전자석(21)으로 설정된 자계의 경도는 기판의 방향으로 가속화된 이온의 에너지, 타겟의 부식 분포 또는 플라즈마의 형상에 상당한 영향을 미친다. 제 2 실시예에 의하면, 자계의 경도를 제어하기 위해 기판 둘레에 보조 전자석(28)이 또한 제공되어, 전자석(21)의 자계 경도에 의해 영향을 받은 상기 인자를 제어한다.

제 8 도에서는 보조전자석(28)을 통해 흐르는 전류의 크기가 변화될 때의 평균 에너지의 변화를 도시한다. 제 8 도에 있어서, 정전류는 보조 전자석으로 발생된 자계의 방향이 전자석(21)에서 발생된 자계의 방향과 동일한 경우에 대응하지만, 부전류는 보조 전자석으로 발생된 자계의 방향이 자석(21)에서 발생된 자계의 방향과 반대인 경우와 대응한다.

제 9 도를 참조하면, 본 발명의 제 3 실시예를 기술하고자 한다. 제 3 실시예에 있어서, 마이크로파 도입창(16)은 진공도파관(29)을 통해 플라즈마 발생실(14)에 연결된다. 링형 타겟(18)의 중심부와 플라즈마 발생실(14)간을 상호 접속하는 진공 도파관(29)은 요크(30)에 의해 둘러싸여져 진공 도파관(29)의 자속이 흡수되며 자계 강도는 진공 도파관(29)과 플라즈마 발생실(14)을 연결하는 부분에서 급격하게 변화될 수 있다.

제 10 도에서는 제 3 실시예에서 자계 방향으로 자계 강도의 분포를 도시한다. 제 3 실시예의 플라즈마 증식기구는 제 5 도를 참조하여 상술된 것과 실제로 동일하다.

진공 도파관 및 요크의 작용은 다음과 같다. 즉, 전기 도파형 박막의 형성에 있어서, 마이크로파 도입창(16)이 어둡게 되거나 또는 더러워지면, 장시간 동안 플라즈마를 발생할 수 없다. 마이크로파 도입창(16)이 플라즈마 발생실에서 간격을 두고 떨어져 진공 도파관(29)을 통해 상기 발생실에 연결될 때만, 플라즈마가 진공 도파관(29)에서 발생되도록 진공 도파관에서도 공명 조건이 만족된다. 또한

풀라즈마는 마이크로파가 도입되는 방향으로 가속화되기 때문에 마이크로파 전력을 효율적으로 공급하는 것은 불가능해진다. 그러나, 풀라즈마 발생실(14)에 연결된 진공 도파관(29)이 요크(30)에 의해 둘러싸여질 때, 진공 도파관내의 자속은 감소되어 자체 강도는 풀라즈마 발생실(14)과 진공 도파관(29) 사이의 경계에서 급격하게 변화되어 풀라즈마는 진공 도파관에서 발생되지 않으며 이들의 방향으로 가속화된다. 다시 말하면, 풀라즈마는 마이크로파 도입 방향으로 가속화되지 않는다. 한편, 풀라즈마 발생실(14)에 설치된 실린더형 타겟(17) 및 링형 타겟(18)으로부터 스퍼터된 입자중 이온화되지 않은 중성 입자는 자체 및 전계에 의해 영향을 받지 않아 타겟에서 실제로 분산된다. 이와 같이, 마이크로파창(16)이 타겟으로부터 직접 관찰되지 않는 위치에 있을 때, 스퍼터된 입자에 의한 마이크로파 도입창(16)의 오염을 방지할 수 있다. 이와 같이, 성장되는 박막의 도전도 및 두께와 무관하게, 마이크로파 도입창(16)의 오염이 방지된다. 그러므로 거의 모든 물질의 박막을 장시간동안 안정하게 연속적으로 형성할 수 있다.

제 3 실시예를 이용하여 AI막의 형성 결과를 기술하고자 한다. 시료실(23)이  $5 \times 10^{-7}$  토르의 진공 상태로 진공되어 Ar 가스가 2cc/min의 속도로 도입되었다. 풀라즈마 발생실(14)내의 가스 압력은  $3 \times 10^{-4}$  토르로 보유되며 박막은 마이크로파 전력이 100 내지 500W로 보유되며, AI 타겟(17)에 공급된 전력이 100내지 800W이며 기판 툴더(24)가 가열되지 않아 실온으로 보유된 조건하에서 형성되었다. AI 막은 10 내지 150nm/min의 중착 속도로 장시간동안 안정하고 효율적인 방법으로 연속 형성되었다.

제 11 도에서는 제 3 실시예의 방전 특성을 도시한다. 이러한 경우에 있어서, 링형 타겟(18)에 인가된 전압은 -500V로 유지되며, Ar 가스 압력은  $3 \times 10^{-4}$  토르로 유지되며 마이크로파 전력은 300W 및 800W로 유지되었다. 제 3 실시예에 의하면, 실린더형 타겟(17) 및 링형 타겟(18)에 인가된 전압이 다르더라도, 충분히 높은 고밀도 풀라즈마가 발생될 수 있다. 또한, 동일 전압이 두 타겟에 인가될 때, 즉 타겟이 서로 전기 접속될 때라도, 충분히 높은 밀도의 풀라즈마를 발생할 수 있다. 두 경우에 있어서, 이온의 평균 에너지는 5eV 내지 30eV까지 변화한다. 제 12 도에서는 타겟에 인가된 전력에 의한 중착 속도 또는 박막 성장 속도의 의존성을 도시한다. 중착 속도는 공급 전력에 따라 증가되었다.

제 7 도에서 도시된 제 2 실시예와 동일하게, 제 3 실시예에서 자체 경도를 제어하기 위한 보조 전자석(28)은 기판의 측 둘레에 제공되어 자체의 경도에 의해 영향을 받는 기판의 방향으로 가속화된 이온의 에너지, 타겟의 부식 분포 또는 풀라즈마 형상을 제어할 수 있다.

다음에, 제 13 도를 참조하여, 본 발명의 제 4 실시예를 기술하고자 한다. 제 4 실시예는 전자석(21)이 링형의 두 영구자석(31 및 32)으로 대체되는 것을 제외하고는 제 2 도에 관해 상술된 제 1 실시예와 구성이 실제로 동일하다. 링형 영구 자석(31 및 32) 대신에, 방사상으로 배열된 다수의 막대 자석이 사용될 수도 있다. 제 9 도에 도시된 제 3 실시예에 있어서, 또한 전자석(21)을 하나 이상의 영구 자석으로 대체할 수도 있다. 전자석이 하나 이상의 영구 자석으로 대체되는 경우에 있어서, 하나 이상의 영구 자석이, 소정의 자체 강도가 영구 자석으로 발생되며 자속이 한 타겟에서 출발하여 다른 타겟내로 진입하는 방법으로 설계 배치될 때, 제 4 실시예의 동작 모드가 상기 실시예의 것과 실제로 동일하다. 또한 하나 이상의 영구 자석이 상기 요크(30)와 결합하여 사용될 수 있다.

제 14 도에서는 타겟에 인가된 전압이 고주파수 전력으로 대체된다는 것을 제외하고는 제 9 도에 관해 상술된 제 3 실시예의 구성과 실제로 동일한 본 발명의 제 5 실시예를 도시한다. 즉, rf 발생기(33)로부터의 rf 전력이 정합 회로망(34)을 통해 타겟(17 및 18)에 인가될 때, 상기 실시예로 달성된 것과 실제로 동일한 효과를 얻을 수 있다. 또한, 제 5 실시예는 타겟이 전기 도통되지 않을 때라도, 스퍼터링이 효과적으로 실행될 수 있다는 특징을 갖는다. 물론 고주파수 전력이 제 2 도를 참조하여 상술된 제 1 실시예의 타겟에 공급될 수 있다는 것이 명백하다.

제 15 도는 본 발명의 제 6 실시예에서, 자속 방향의 전위 분포 및 자속의 구성을 도시한다. 제 2 도를 참조하여 상술된 제 1 실시예와의 본질적인 차이는 마이크로파가 발생되는 풀라즈마의 측 및 풀라즈마 발생실의 중심축에서의 자속과 수직 방향으로 풀라즈마 발생실(14)내로 도입된다는 것이다. 즉, 진공 도파관(29)의 한 단은 이것의 벽과 수직인 풀라즈마 발생실(14)에 연결되며 진공 도파관(29)의 다른 단은 마이크로파 도입창(16)을 통해 마이크로파원(도시되지 않음)에 연결된 마이크로파 도파관에 연결된다. 마이크로파 도입창(16)은 타겟에서 직접 관찰될 수 없는 위치에 배치된다. 상기와 같이 마이크로파 도입 시스템의 변형 때문에, 제 1 실시예의 전자석(21)(제 2 도)은 두 전자석(21A 및 21B)으로 대체된다. 전자석(21A 및 21B) 각각으로 발생된 자체는 서로 대칭 또는 비대칭일 수 있다. 마이크로파가 도입되는 링형 타겟의 중심 구멍은 필요치 않아, 링형 타겟(18) 대신에 풀레너 타겟(35)이 사용될 수 있다. 전자석(21A 및 21B)은 ECR을 일으키기에 충분한 자체가 발생되며 자속이 풀라즈마 발생실(14)내의 타겟(17 및 35) 중 하나로부터 출발하여 다른 타겟내로 진입하도록 배치된다. 스퍼터된 입자는 기판(25)상에 중착된다. 제 16 도에서는 자속의 방향으로 자체 강도의 분포를 도시한다. 곡선 A는 전자석(21A 및 21B)을 통해 흐르는 전류가 10A 및 20A일 때의 분포이며, 한편 곡선 B는 전류가 10A 및 20A 각각일 때의 분포이다. 자체는 발산 자체이다.

가스는 풀라즈마 발생실(14)내로 도입되어 풀라즈마는 ECR 조건하에서 발생된다. 고밀도 풀라즈마는 제 5 도를 참조하여 상술된 풀라즈마 중식 기구에 의해 발생될 수 있다. 부전압  $V_a^c$  및  $V_a^p$  이 이와 같이 발생된 고밀도 풀라즈마에 노출된 원주형 타겟(17) 및 풀레너 타겟(35) 각각에 인가될 때, 고밀도 풀라즈마의 이온을 효율적으로 흡인하여 원주형 타겟(17) 및 풀레너 타겟(35)을 스퍼터한다.

제 6 실시예에 있어서, 진공 도파관(29)은 자체과 수직인 방향으로 풀라즈마 발생실(14)에 연결된다. 풀라즈마 발생실에 설치된 원주형 타겟(17) 및 풀레너 타겟(35)으로부터 스퍼터된 입자중 중성 입자는 타겟에서 실제로 분산된다. 그러나 마이크로파 도입창(16)이 타겟에서 직접 관찰될 수 없는 위치에 배치되므로, 스퍼터된 입자에 의한 마이크로파 도입창(16)의 오염은 방지될 수 있다. 상기와 같이, 성장되는 박막이 성장되는 박막의 전기 도통 또는 두께인지 아닌지에는 무관하게, 마이크로파 도입창(16)은 어둡게 되는 것이 방지되어 거의 모든 물질의 박막이 장시간동안 안정하게

연속 형성될 수 있다.

마이크로파의 도입 효율의 관점에서, 마이크로파가 도입되는 풀라즈마 발생실(14)의 부분에서의 자계 강도가 ECR을 유도하기 위한 자계 강도보다 강하게 본 경우에 있어서, 875G로 하는 것이 적합하다.

다음에 제 6 실시예를 이용하여 AI막이 형성 결과를 기술하고자 한다. 시료실(23)이  $5 \times 10^{-7}$  토르의 진공 상태로 진공된 후, Ar 가스가 2cc/min의 속도로 도입되며 풀라즈마 발생실(14)내의 가스 압력은  $3 \times 10^{-4}$  토르로 유지되었다. AI막의 형성은 마이크로파 전력이 100 내지 500W이며 원주형 AI 타겟(17)에 공급된 전력이 100 내지 800W이며 기판 훌더 온도가 실온으로 유지된 조건하에서 실행되었다. 결과는 AI 박막이 10 내지 150nm/nin의 증착 속도로 장시간동안 안정하고 효율적인 방법으로 연속 형성될 수 있다. 실험에 있어서, 이온의 평균 에너지는 5 내지 30eV 사이에서 변화되었다.

제 17 도에서는 풀레너 타겟에 인가된 전압이 -500V이며, Ar 가스 압력이 0.3 및 3m 토르로 유지되며, 마이크로파 전력이 300 내지 800W로 유지된 조건하에서 제 6 실시예의 방전 특성을 도시한다. 곡선 C 및 E는 원주형 타겟(17)의 방전 전류이며 곡선 D 및 F는 풀레너 타겟(35)의 방전 전류이다. 원주형 타겟(17) 및 풀레너 타겟(35)에 인가된 전압이 서로 다르거나, 또는 동일 전압이 타겟(17 및 35) 모두에 인가될 때, 충분히 높은 고밀도 풀라즈마가 발생될 수 있다. AI막의 증착 속도는 타겟에 인가된 전력의 증가에 따라 선형으로 증가되었다.

제 2, 7, 13, 14 및 15 도에서 도시된 장치는 풀라즈마 발생실(14)이 타겟 설치부(14S)를 구비하지 않으며 원주형 타겟(17)이 풀라즈마 발생부(14P)내에 설치되는 방법으로 변형될 수 있다.

제 18 도에서는 본 발명의 제 7 실시예를 도시한다. 이 실시예에 있어서, 풀레너 타겟 및 원주형 타겟의 결합은 사용되지 않으며 그 대신에 두 원주형 자석(17 및 36)의 결합이 사용된다. 자계를 발생하기 위한 전자석(21)으로 발생된 자속은 한 타겟에서 출발하여 다른 타겟내로 진입한다. 타겟(36)은 금속으로 형성되어 물로 냉각될 수 있는 마운트(36A)에 분리 가능하게 설치되어 전원(20)으로부터 부전압이 인가된다. 절연기(36C)는 타겟 마운트(36A)와 풀라즈마 발생실(14)의 내벽면 사이에 삽입된다. 제 7 실시예에 있어서, 고에너지의 이온이 부전압이 인가되는 타겟 표면상에 충돌할 때, 고에너지의 2차 전자( $\gamma$  전자)가 타겟(17 및 36)의 표면으로부터 방출된다. 타겟에서 방출된  $\gamma$  전자는 타겟(17 및 36)으로 발생된 전계에 의해 반사되어 타겟(17 및 36)간에서 연장된 자속에서 사이클로트론 운동을 하는 동안 타겟(17 및 36)간에서 왕복 운동을 하게 된다. 상기 실시예와 동일하게, 제 7 실시예는 저가스 압력하에서라도 고밀도 풀라즈마를 발생할 수 있으며 타겟의 스퍼터링이 실행된다. 스퍼터된 입자(37)는 기판(35)상에 증착된다.

제 7 실시예는 제 15 도를 참조하여 상술된 제 6 실시예의 경우에서와 같이 고증착 속도로 박막을 형성할 수 있다. 풀라즈마 발생실(14)은 풀라즈마 발생부 및 타겟(17)이 설치되는 타겟 설치부를 구비할 수 있다.

제 19 도에서는 상기 실시예와 같지 않은 한 원주형 타겟(38)만이 설치된 본 발명의 제 8 실시예를 도시한다. 타겟(38)은 금속으로 형성되어 물로 냉각될 수 있는 마운트(38A)상에 설치되어 전원(19)으로부터 부전압이 인가된다. 절연기(38C)가 원주형 타겟(38)과 풀라즈마 발생실(14)의 내면 사이에 삽입된다. 전자석(21)의 자속은 타겟(38)의 한 단부를 출발하여 이것의 다른 단부내로 진입한다. 제 15 도를 참조하여 상술된 제 6 실시예와 동일하게, 상기 8 실시예는 고밀도 풀라즈마를 발생하고 스퍼터된 입자(37)를 인출하여 박막을 고증착 속도로 형성할 수 있다.

제 20 도에서는 시료실(23 및 23C)이 제 18 도를 참조하여 상술된 형의 풀라즈마 발생실(14)의 두 단부 각각에 연결되는 본 발명의 제 9 실시예의 단면을 도시한다. 즉, 시료실(23 및 23C)은 서로 대향 관계로 풀라즈마 발생실(14)에 연결된다. 시료실(23C)에는 가스 입구(23D), 배기 시스템(도시되지 않음), 기판(25A)을 지시하기 위한 기판 훌더(24A) 및 셔터(26A)가 제공된다. 제 9 실시예에 의하면, 그러므로, 스퍼터된 입자가 풀라즈마 발생실(14)의 양단부에서 인출되어, 박막이 형성된다.

제 15, 18 내지 20 도를 참조하여 상술된 제 6 내지 9 실시예에 있어서, 전자석 대신에, 하나 이상의 영구 자석이 사용될 수 있다.

제 21 도는 보조 전자석(28)이 제공되는 것을 제외하고는 제 15 도를 참조하여 상술된 제 6 실시예의 구성과 실제로 동일한 본 발명에 따른 박막 형성 장치의 제 10 실시예를 도시한다. 보조 전자석(28)은 시료실(23)의 외측에 배치될 수 있다. 보조 전자석(28)은 자계를 기판(25)에 인가하는데 사용되는 이 자계 방향은 전자석(21A 및 21B)으로 발생된 자계의 방향과 동일하거나 반대이다. 제 22 도에서는 자계 강도의 분포를 자속 방향으로 도시한다. 곡선 G는 20A의 전류가 전자석(21A 및 21B)을 통해 흐르게 보조 전자석(28)으로 유도된 자속의 방향이 전자석(21A 및 21B)으로 발생된 자속의 방향과 동일할 때 얻어진 자계의 분포를 표시한다. 곡선 H는 20A의 전류가 전자석(21A 및 21B)을 통해 흐르게 되며 보조 전자석(28)에는 전류가 인가되지 않을 때 얻어진 분포를 도시한다. 곡선 I는 10A의 전류가 전자석(21A)을 통해 흐르게 되며 20A의 전류가 전자석(21B)을 통해 흐르게 되며 보조 전자석(28)으로 발생된 자속의 방향이 전자석(21A 및 21B)으로 발생된 자속의 방향과 반대일 때 얻어진 분포를 도시한다. 곡선 J는 10A의 전류가 전자석(21A)을 통해 흐르게 되며 20A의 전류가 전자석(21B)을 통해 흐르게 되며 보조 전자석(28)에는 전류가 인가되지 않을 때의 분포를 도시한다.

제 10 실시예에 의하면, 보조 전자석(28)은 자계를 기판(25)에 인가하는데 사용되며 기판(25)의 방향으로 전자의 가속화는 보조 전자석(28)으로 발생된 자계의 경도를 변화시킴으로써 제어되어 이온의 에너지가 변화될 수 있다. 제 23 도에서는 보조 전자석에 인가된 전류의 크기가 변화될 때 기판(25)상에 입사한 이온의 에너지 변화를 도시한다.

보조 전자석(28)을 흐르는 전류를 제어함으로써 자속 진입 원주형 타겟(17)이 제어되어, 타겟 표면

상의 부식 분포의 미제어, 방전 조건등이 달성될 수 있다.

다음에, 제 10 실시예를 이용하여 AI 박막 형성의 결과를 기술하고자 한다. 시료실(23)이  $5 \times 10^{-7}$  토르의 진공 상태로 진공된 후, Ar 가스는 2cc/min의 속도로 도입되며, 풀라즈마 발생실(14)내의 가스 압력은  $3 \times 10^{-4}$  토르로 유지되었다. AI 박막은 마이크로파 전력이 100 내지 500W사이이며 원주형 타겟(17)에 인가된 전력이 100 내지 800W사이이며 기판 훌더(24)가 가열없이 실온으로 유지된 조건하에서 형성되었다. AI 박막이 장시간동안 안정하고 효율적인 방법으로 10 내지 150nm/min의 범위인 증착 속도로 연속 형성될 수 있다는 결과가 나타났다. 실험에 있어서 이온의 평균 에너지는 5eV에서 30eV까지 변화되었다.

타겟에 인가된 전력에 의한 증착 속도의 의존성 및 방전 특성은 제 17 및 12 도에 도시된 것과 실제로 동일하다.

마이크로파가 풀라즈마의 축과 수직인 방향으로 풀라즈마 발생실내로 도입된 형의 박막 형성 장치에 있어서, 전자석 대신에 영구 자석을 사용할 수 있다. 또한, 하나 이상의 영구 자석 및 요크의 결합을 이용할 수 있다. 또한, 상기 모든 실시예에는 보조 전자석이 제공될 수 있다.

풀라즈마 발생실내로 도입된 마이크로파의 반사 및 이에 따른 공급된 마이크로파 전력의 효율은, 진공 도파관이 풀라즈마 발생실에 연결되는 부에서의 자속 밀도 및, 마이크로파 도입 및 풀라즈마 발생실의 중심축에서의 자속 또는 발생되는 풀라즈마의 축 방향간의 각도에 의존한다. 제 24 도는 진공 도파관이 자속과 수직인 방향으로 연결될 때 풀라즈마 발생실에서 진공 도파관의 접속부의 자속 밀도에 의한 마이크로파의 반사비의 의존성을 도시한다. 실험에서 제 15 도에서 도시된 것과 동일한 장치가 사용되었다. 반사비는 자속 밀도의 증가에 따라 감소된다. 접속부에서의 자속 밀도는 ECR 조건의 것보다 높은 마이크로파를 효율적으로 도입하기 위해서는 875 가우스 정도가 적합하다. 제 25 도는 마이크로파 도입과 자속의 방향간에 각  $\theta$ 에 의한 공급된 마이크로파 전력의 효율 의존성을 도시한다. 마이크로파 전력 효율은  $(Pf-Pr)/Pr$ 비율 의미하며, 여기서 Pf는 풀라즈마내로 입사한 마이크로파의 전력이며 Pr은 풀라즈마로부터 반사된 마이크로파의 전력이다. Pf 및 Pr 모두는 마이크로파의 전력계로 측정된다. 제 25 도로부터 도시된 바와 같이, 효율은 각  $\theta$ 에서 초기에는 증가되어  $\theta = 60^\circ$  보다 클 때는 감소된다.  $\theta$ 의 적합한 범위는  $40^\circ$  내지  $80^\circ$ 이며 특히 적합하게는  $\theta$ 는  $50^\circ$  내지  $70^\circ$ 이다. 진공 도파관이 자속의 방향으로 풀라즈마 발생실과 연결될 때 진공 도파관으로의 풀라즈마 가속화는 억제되어 스퍼터된 입자에 의해 풀라즈마 도입창이 어둡게 되는 것이 방지될 수 있다.

다음에, 본 발명에 따른 이온원 및 이러한 이온원을 사용한 박막 형성 장치를 이하에서 기술된다.

제 26 도는 본 발명에 따른 이온원의 제 1 실시예를 도시하며 제 27 도는 이온원의 제 1 실시예를 이용한 박막 형성 장치를 도시한다. 제 26 및 27 도로부터 명백한 바와 같이, 이온원의 제 1 실시에는 이온 인출 기구(39)가 제 2 도를 참조하여 상술된 형의 풀라즈마 발생실(14)의 타겟 설치부(14S)의 하단에 견고하게 고정되는 것이다. 이온원의 제 1 실시에 의하면, 인출 기구는 관통된 두 그리드(39A 및 39B)를 구비하며, 이를 그리드 각각은 풀라즈마 발생실(14)의 타겟 설치부(14S)의 하단부로 지지되어 풀라즈마 발생실(14)에 대해 부전압이 전원(39C 및 39D) 각각으로부터 인가된다. 그리드(39A 및 39B)는 서로에 대해 또한 절연기(39E)에 의해 풀라즈마 발생실과 전기 절연된다. 풀라즈마 발생실(14)이 풀라즈마 발생실에 전압을 인가하기 위한 시료실(23)로부터 절연기(40)에 의해 전기 절연된다.

상술된 바와 같이, 고밀도 풀라즈마가 풀라즈마 발생실(14)에서 발생된다. 풀라즈마의 이온은 풀라즈마 발생실(14) 외부에서 이온 인출 기구(39)에 의해 선택적으로 인출된다.

인출된 이온의 에너지는 풀라즈마 발생실(14)에 인가된 전압과 관통된 상위 그리드(39A)에 인가된 전압간의 상대차인 가속 전압으로 제어될 수 있다. 이와 같이 수십 eV에서 수십 KeV까지의 저에너지 이온을 인출할 수 있다. 제 27 도에서, 부전압을 그리드(39A 및 39B)에 인가하기 위한 전원(39C 및 39D)은 도시하지 않았다.

제 26 및 27 도에서 도시된 이온원의 제 1 실시예의 방전 특성은 제 6 도에서 도시된 것과 실제로 동일하다. 제 28 도는 이온원의 제 1 실시예의 이온 인출 특성을 도시한다. 가로 좌표를 따라 플로트된 이온 인출 전압은 풀라즈마 발생실(14)과 그리드(39A)간에서 상대 전압차를 나타낸다. 제 27 도에서 도시된 박막 형성 장치를 이용함으로써, 박막은 기판 훌더(24)가 가열되지 않는 조건하에서 형성되었다. AI 박막은 장시간동안 안정하고 효율적인 방법으로 0.3 내지 5nm/min의 증착 속도로 연속 증착되었다.

이온원은, 제 9 도에서 도시된 바와 같이 요크로 둘러싸여진 진공 도파관이 속한 풀라즈마 발생실에 이온인출 기구를 내장시킴으로써 구성될 수 있다.

또한, 제 7, 13 및 14 도를 참조하여 상술된 박막 형성 장치의 실시예 및 이의 변형 경우에 있어서, 이온원은 풀라즈마 발생실의 하단에 이온 인출 기구를 내장하여 얻을 수 있으며 이러한 이온원을 이용함으로써, 박막 형성 장치가 구성될 수 있다.

제 29 도는 본 발명에 따른 이온원의 제 2 실시예를 구체화하는 박막 형성 장치를 도시한다. 제 29 도로부터 명백한 바와 같이, 이온원에 대한 이 실시에는 이온 인출 기구(39)가 제 15 도에서 도시된 박막 형성 장치의 풀라즈마 발생실(14)의 하단에 고정되는 것이다. 제 29 도에 있어서, 전원(39C 및 39D)은 도시되지 않는다. 타겟 및 전자석의 배열은 제 15 도를 참조하여 상술된 박막 형성 장치의 것과 실제로 동일하다. 그러므로 상술된 바와 같이, 고밀도 풀라즈마가 풀라즈마 발생실(14)에서 발생될 수 있으며 풀라즈마의 이온은 이온빔으로서 효율적으로 인출될 수 있다. 이온원에 대한 이 실시예의 방전 특성은 제 17 도에서 도시된 것과 실제로 동일하다.

이온원에 대한 제 2 실시예의 이온 인출 특성은 제 26 도에서 도시된 제 1 실시예의 것보다 양호했

다. 가열되지 않은 기판 훌더(24)상에 설치된 기판 표면상에서 AI 박막이 형성되었다. 확인하면, 박막은 실온에서 형성되었다. 실험 결과는 AI 박막 각각이 장시간동안 안정하고 효율적인 방법으로 1내지 10nm/min의 중착속도로 연속 형성된 것을 보여준다.

플레너 타겟(35)은 원주형 또는 관형 타겟으로 대치될 수 있다.

マイクロローラー プラズマ의 축과 수직 방향으로 플라즈마 발생실내로 도입하여 **플라즈마를** 발생하기 위한 장치, 즉 제 18, 19, 20 및 21 각각을 참조하여 상술된 실시예 및 이들의 변형은 각 장치의 **플라즈마 발생실의** 하단에서 이온 인출 가구를 내장함으로써 이온원으로 변환될 수 있다. 또한, 마이크로파는 발생되는 **플라즈마의** 축 방향과 비교적 경사를 이룬 방향으로 도입될 수 있다. 또한 이러한 이온원을 이용함으로써, 박막 형성 장치를 구성할 수 있다.

본 발명에 따른 이온원에 있어서, **플라즈마 전위를** 제어하기 위해 애노드가 사용될 수 있다. 즉, 예를 들어, **플라즈마 발생실내에** 원주형 애노드가 배치되어 전압이 인가되어 **플라즈마의** 전위는 제어되어 이온 인출 기구의 이온 인출 효율은 또한 증가될 수 있다. 또한, 이온의 에너지는 애노드에 인가된 전압에 응답하여 제어될 수 있다.

상기 이온원의 실시예 경우에 있어서, 이온 인출 기구(39)는 관통된 두 그리드를 구비하여 기술되어 졌으나, 단지 하나의 관통된 그리드만을 구비할 수 있다는 것에 주목된다. 즉, **플라즈마 축상에** 관통된 그리드(39A)가 제거되어 단지 하나의 관통된 가속 그리드만이 사용될 때, 비록 가속 그리드가 이온의 직접 충격을 받더라도 이온 인출 기구(39)는 200eV보다 적은 저에너지 범위로 두 그리드(39A 및 39B)가 구성되는 이온 인출 기구(39)의 것보다 높다.

상기와 같이, 본 발명에 따른 박막형 성장 장치는 ECR에 의해 마이크로파 **플라즈마를** 발생할 수 있으며 이와 같이 발생된 **플라즈마는** 박막의 연속 형성이 성장되어지는 박막의 전기 도전도 및 두께에는 무관하게 장시간동안 안정하게 고효율로 저가스 압력하에서 실현될 수 있도록 스퍼터링에 이용된다. 또한, 본 발명에 따른 장치에서 입자의 에너지의 수 eV 내지 수 KeV까지의 광범위에 걸쳐 제어될 수 있으며 높은 활성 **플라즈마가** 이용되어, 손상이 거의 없는 고품질 박막을 비교적 낮은 온도로 유지되는 기판상에 고도로 안정한 방법으로 높은 중착 속도로 연속 형성될 수 있다. 또한 타겟은 고에너지의 전자가 **플라즈마내로** 다시 반사되도록 배열되며 자계는 고에너지의 전자가 **플라즈마내로** 다시 반사되도록 발생되어, 고증착 속도로 박막의 형성을 실현할 수 있다.

마이크로파가 **플라즈마의** 축방향으로 **플라즈마 발생실내로** 도입되어지는 형의 본 발명에 따른 박막 형성 장치 및 이온원의 경우에 있어서, 진공 도파관이 요크로 둘러싸여질 때, 전기 도통막을 갖는 마이크로파 도입창의 오염으로 인한 마이크로파 반사는 무시될 수 있으므로, 전기 도통막이라도 장시간동안 안정하게 연속 형성될 수 있다.

진공 도파관이 자속 방향과 수직 방향으로 **플라즈마 발생실에** 연결될 때, **플라즈마가** 진공 도파관내로 전파되는 것을 금지시킬 수 있다. 결과로써 전기 도통막의 부착으로 인한 마이크로파 도입창의 오염을 방지할 수 있으므로, 마이크로파의 반사는 무시될 수 있으므로 금속으로서 전기 도통막은 장시간동안 안정하게 연속 형성될 수 있다.

사실상, 진공 도파관이 자속과 경사 방향으로 연결되는 **플라즈마 발생실은** 본 발명에 따른 이온원에서 사용 가능하다.

본 발명에 따른 이온원은 스퍼터링을 위한 ECR에 의해 발생된 마이크로파 **플라즈마를** 이용하여, 이온인출을 고효율로 저가스 압력하에서 실현될 수 있다. 그러므로 스퍼터된 입자의 증착에 의해 성장되어지는 막의 도전도 및 두께와 이온의 종류에는 무관하게, 이온은 장시간동안 안정하게 연속 인출될 수 있다.

이상 본 발명은 적합한 실시예에 관해 상세히 기술하였지만, 본 기술 분야에 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술 사상에 의거하여 각종 변형과 응용이 가능할 것이며, 이러한 응용에도 첨부된 특허청구 범위에 포함되는 것이다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

박막 형성 장치에 있어서, **플라즈마를** 발생하기 위해 가스가 도입되는 **플라즈마 발생실(14)**과, 마이크로파를 상기 **플라즈마 발생실내로** 도입하기 위한 마이크로파 도입창(16)과, 스퍼터되는 물질로 제조되며 상기 **플라즈마 발생실의** 내측의 양단부에 설치된 적어도 하나의 관형 형태인 제 1 타겟(17) 및 제 2 타겟(18)과, 상기 제 1 타겟 및 제 2 타겟에 부전압을 인가하기 위한 적어도 하나 이상의 전원(19,20)과, 상기 **플라즈마가** 발생실에서 자계를 발생하며 상기 제 1 및 제 2 타겟중의 하나로부터 출발하여 다른 타겟내로 진입하는 자속을 발생하기 위한 자계 발생 수단(21)과, 상기 관형의 측상에서 상기 **플라즈마 발생실과** 통하여 이 발생실내의 설치된 기판 훌더를 갖는 시료실을 구비하는 것을 특징으로 하는 박막 형성 장치.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 **플라즈마 발생실에서는** **플라즈마가** 마이크로파 전자 사이클로트론 공명 방전방식으로 발생되도록 구성된 것을 특징으로 하는 박막 형성 장치.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 마이크로파는 발생되는 **플라즈마의** 축방향으로 상기 **플라즈마 발생실내로** 도입되며, 상기 마이크로파 도입창은 진공 도파관을 통해 상기 **플라즈마 발생실에** 연결되며, 상기 진공 도파관은 요크로 둘러싸여져 상기 자계 발생 수단에서 발생된 자계는 훌수되며, 상기 진공 도

파관내의 자계 강도는 감소되어 자계 강도는 상기 진공 도파관과 플라즈마 발생실간의 경계에서 급격하게 변화되는 것을 특징으로 하는 박막 형성 장치.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서, 마이크로파 도입 방향은 발생되는 플라즈마의 축과 평행하지 않는 것을 특징으로 하는 박막 형성 장치.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 마이크로파 도입창은 상기 제1 및 제 2 타겟으로부터 직접 관찰될 수 없는 위치에 배치되는 것을 특징으로 하는 박막 형성 장치.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 관형 타겟은 다각형 관형인 것을 특징으로 하는 박막 형성 장치.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 제1 및 제 2 타겟중 하나는 관형인데 다른 하나는 평판형인 것을 특징으로 하는 박막 형성 장치.

#### 청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 제1 및 제 2 타겟 모두는 관형인 것을 특징으로 하는 박막 형성 장치.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서, 시료실은 상기 플라즈마 발생실의 양단 간격과 통하는 것을 특징으로 하는 박막 형성 장치.

#### 청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 제1 및 제 2 타겟은 관형 형태의 한 타겟의 각 단부들인 것을 특징으로 하는 박막 형성 장치.

#### 청구항 11

제 1 항에 있어서, 보조 자계 발생 수단은 상기 자계 발생 수단으로 발생된 자계를 제어하도록 상기 기판 허더의 부근에 배치되는 것을 특징으로 하는 박막 형성 장치.

#### 청구항 12

이온원에 있어서, 플라즈마를 발생하기 위해 가스가 도입되는 플라즈마 발생실(14)과, 상기 플라즈마 발생실내로 마이크로파를 도입하기 위한 마이크로파 도입창(16)과, 스퍼터된 물질로 제조되며 상기 플라즈마 발생실의 내측의 양단부에 배치된 적어도 하나는 관형 형태인 제 1 타겟(17) 및 제 2 타겟(18)과, 상기 플라즈마 발생실의 전암에 대해 부전암인 전암을 상기 제1 및 제 2 타겟에 인가하기 위한 적어도 하나 전원(19,20)과, 자계를 발생하며 상기 제1 및 제 2 타겟중 하나로부터 출발하여 다른 타겟내로 진입하기 위한 자계 발생 수단(21)을 구비하는 것을 특징으로 하는 이온원.

#### 청구항 13

제 12 항에 있어서, 상기 플라즈마 발생실은 상기 플라즈마가 마이크로파 전자 사이클로트론 공명 방전 방식으로 발생되는 것을 특징으로 하는 이온원.

#### 청구항 14

제 12 항에 있어서, 상기 마이크로파는 플라즈마의 축방향으로 상기 플라즈마 발생실내로 도입되며, 상기 마이크로파 도입창은 진공 도파관을 통해 상기 플라즈마 발생실에 연결되어, 상기 진공 도파관은 요크로 둘러싸여져 상기 자계 발생 수단으로 발생된 자계는 흡수되며, 상기 진공 도파관내로 자계 강도는 감소되어 자계 강도는 상기 진공 도파관과 상기 플라즈마 발생실내간의 경계에서 급격하게 변화되는 것을 특징으로 하는 이온원.

#### 청구항 15

제 12 항에 있어서, 마이크로파 도입 방향은 발생되는 플라즈마의 축과 평행하지 않는 것을 특징으로 하는 이온원.

#### 청구항 16

제 12 항에 있어서, 상기 마이크로파 도입창은 상기 제1 및 제 2 타겟에서 직접 관찰될 수 없는 위치에 배치된 것을 특징으로 하는 이온원.

#### 청구항 17

제 12 항에 있어서, 상기 관형 타겟은 다각형 관형인 것을 특징으로 하는 이온원.

#### 청구항 18

제 12 항에 있어서, 상기 제1 및 제 2 타겟중 하나는 관형인데 다른 하나는 평판형인 것을 특징으로 하는 이온원.

**청구항 19**

제 12 항에 있어서, 상기 제1 및 제 2 타겟 모두는 관형인 것을 특징으로 하는 이온원.

**청구항 20**

제 19 항에 있어서, 시료실은 상기 풀라즈마 발생실의 양단 각각과 통하는 것을 특징으로 하는 이온원.

**청구항 21**

제 12 항에 있어서, 상기 제1 및 제 2 타겟은 관형인 한 타겟의 단부 각각인 것을 특징으로 하는 이온원.

**청구항 22**

제 12 항에 있어서, 보조 자계 발생 수단은 상기 자계 발생 수단으로 발생된 자계를 제어하기 위하여 상기 기판 툴더의 부근에서 배치되는 것을 특징으로 하는 이온원.

**청구항 23**

제 12 항에 있어서, 상기 이온 인출 기구는 관통된 두 그리드를 구비하는 것을 특징으로 하는 이온원.

**청구항 24**

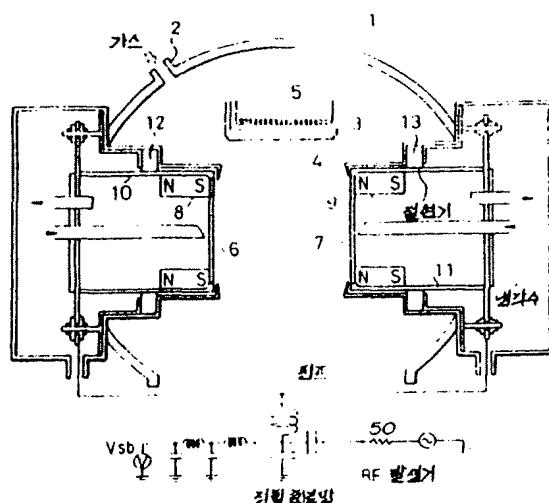
제 12 항에 있어서, 상기 이온 인출 기구는 관통된 한 그리드를 구비하는 것을 특징으로 하는 이온원.

**청구항 25**

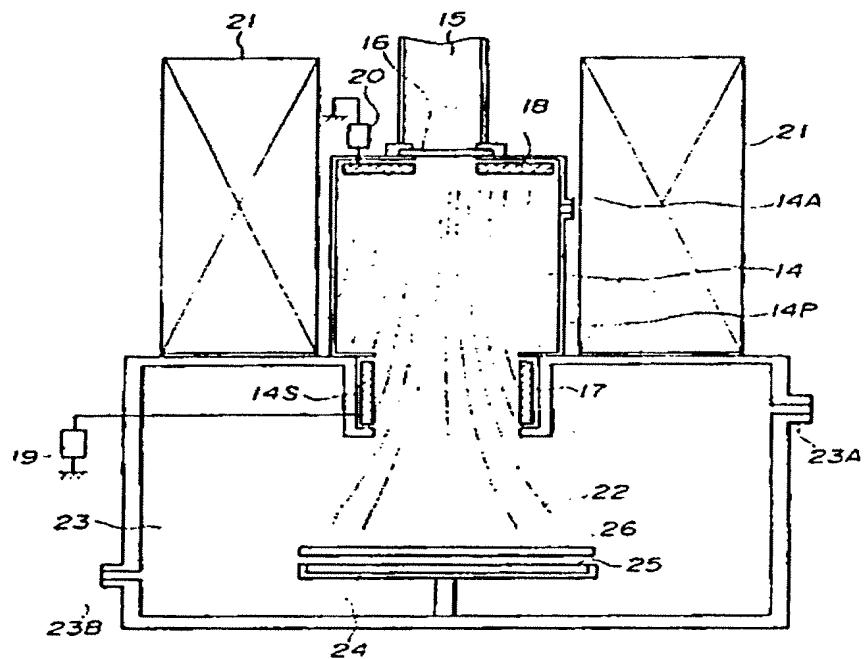
박막 형성 장치에 있어서, 풀라즈마를 발생하기 위한 가스가 도입되는, 마이크로파 전자 사이클로트론 공명 방전 방식의 풀라즈마 발생실(14)과, 상기 풀라즈마 발생실에 연결되어 마이크로파를 도입하는 마이크로파 도입창(16)과, 상기 풀라즈마 발생실의 한단에 배치된 이온 인출 기구(39)와, 상기 풀라즈마 발생실의 내측의 양단부에 배치되어 스퍼터되는 물질로 제조된 적어도 하나는 관형 형태인 제 1 타겟(17) 및 제 2 타겟(18)과, 상기 풀라즈마 발생실의 전압에 대해 부전압인 전압을 상기 제1 및 제 2 타겟에 인가하기 위한 적어도 하나의 전원(19,20)과, 상기 제1 및 제 2 타겟중 하나로부터 출발하여 다른 타겟내로 진입하는 자계 및 자속을 발생하기 위한 자계 발생 수단(21)과, 상기 풀라즈마 발생실에 연결되며 이 발생실내에 설치된 기판 툴더를 갖는 시료실(23)을 구비하는 것을 특징으로 하는 박막 형성 장치.

**청구항 26**

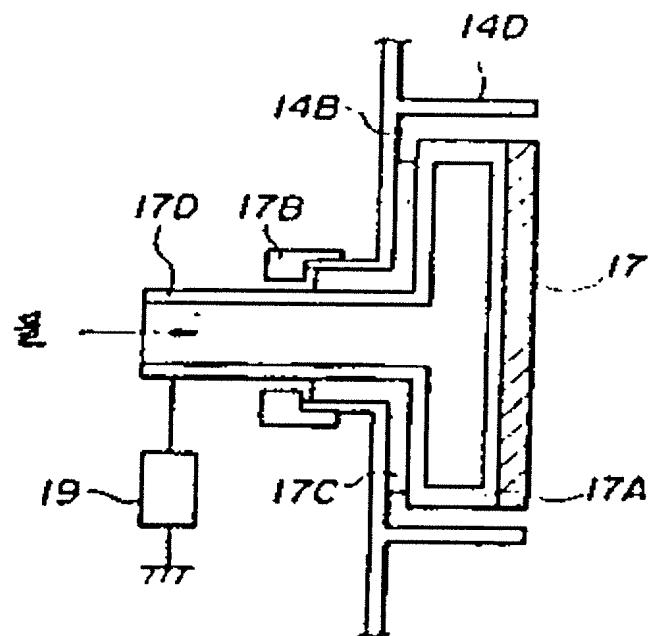
풀라즈마 발생 장치에 있어서, 풀라즈마를 발생하기 위해 가스가 도입되는, 마이크로파 전자 사이클로트론 공명 방전 방식의 풀라즈마 발생실(14)과, 마이크로파를 상기 풀라즈마 발생실내로 도입하기 위한 마이크로파 도입창(16)과, 상기 풀라즈마 발생실의 내측의 양단부에 배치되어 스퍼터된 물질은 제조된 적어도 하나는 관형 형태인 제 1 타겟(17) 및 제 2 타겟(18)과, 상기 풀라즈마 발생실의 전압에 대해 부전압인 전압을 제 1 타겟 및 제 2 타겟에 인가하기 위한 적어도 하나의 전원(19,20)과, 상기 제1 및 제 2 타겟중 하나로부터 출발하여 다른 타겟내로 진입하는 자계를 발생하기 위한 자계 발생 수단(21)을 구비하는 것을 특징으로 하는 풀라즈마 발생 장치.

**도면****도면1(종래기술)**

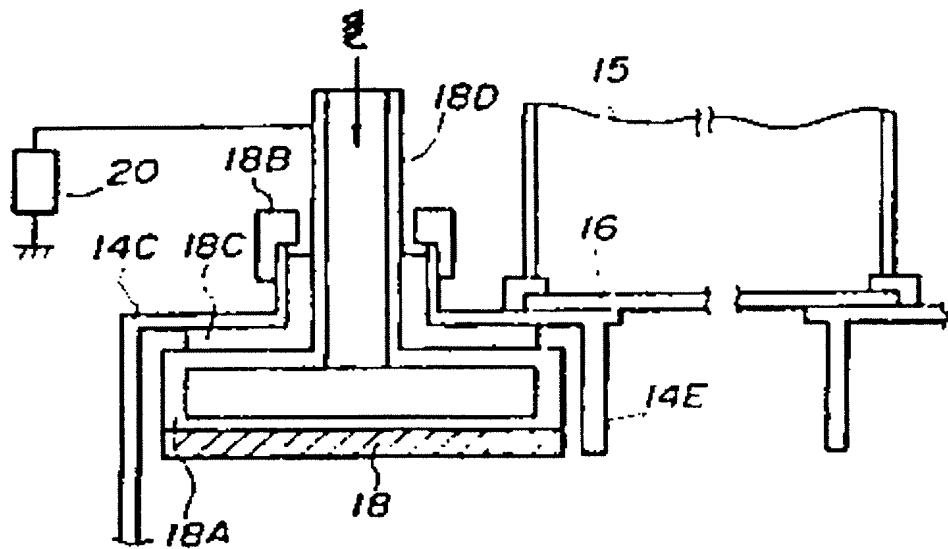
도면2



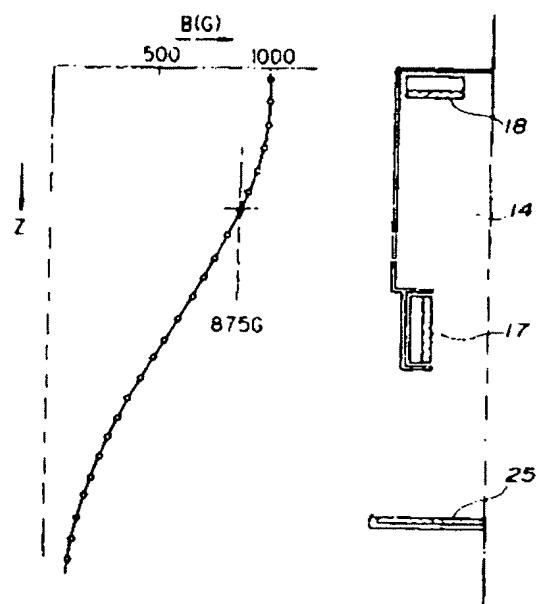
도면3A



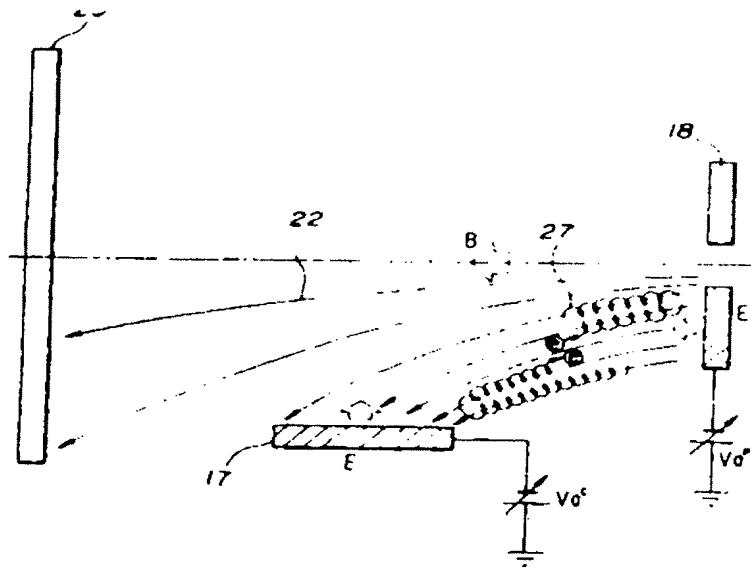
도면38



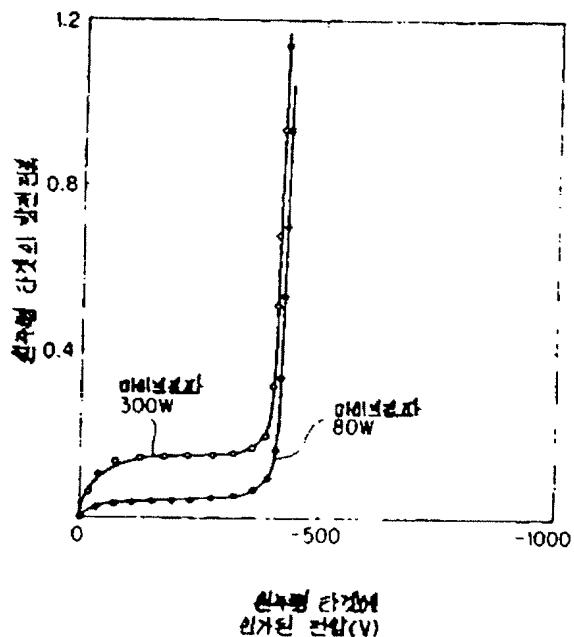
도면4



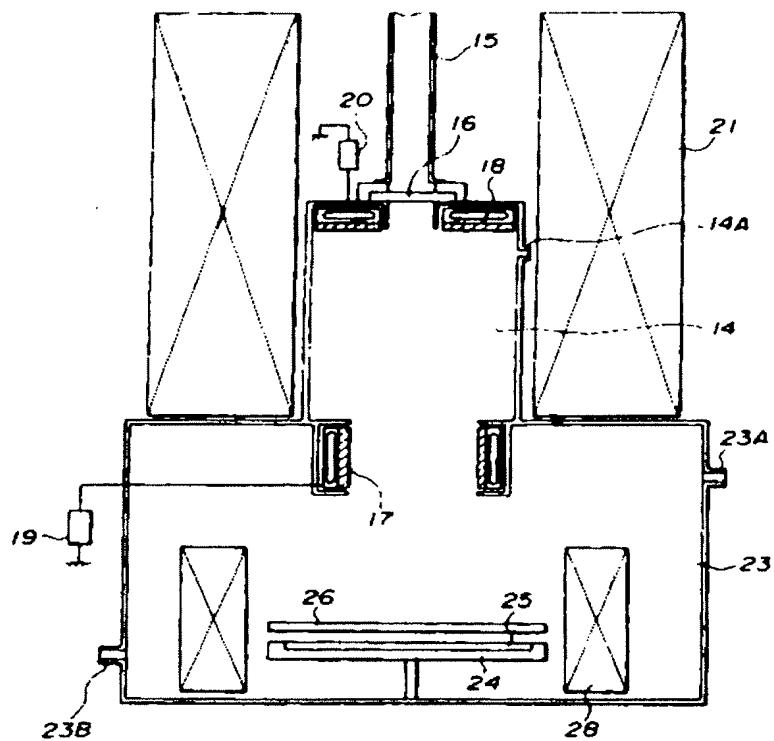
도면5



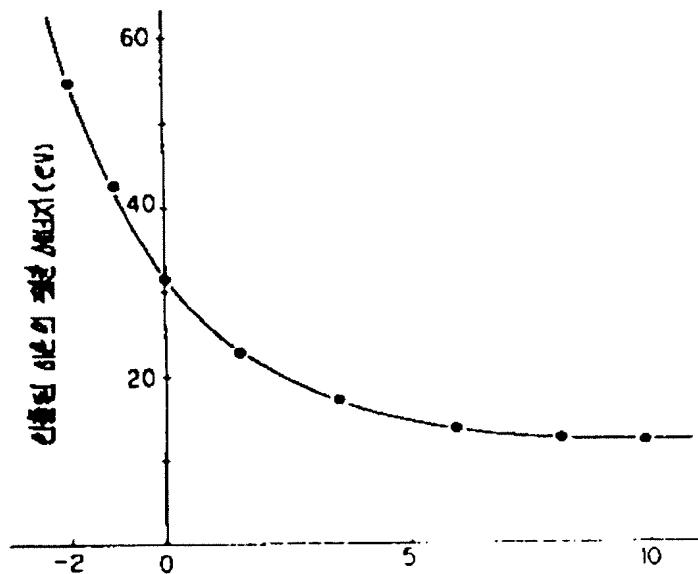
도면6



도면7

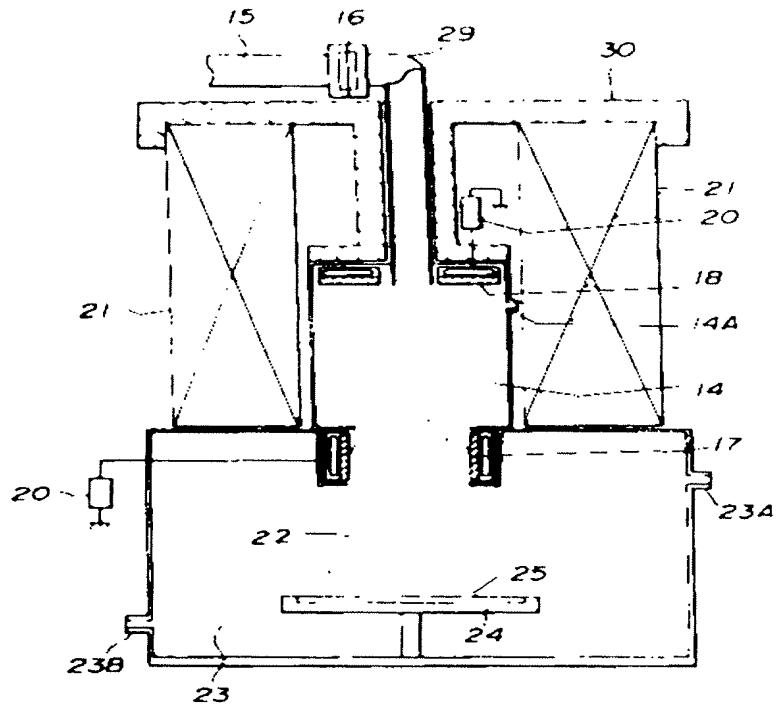


도면8

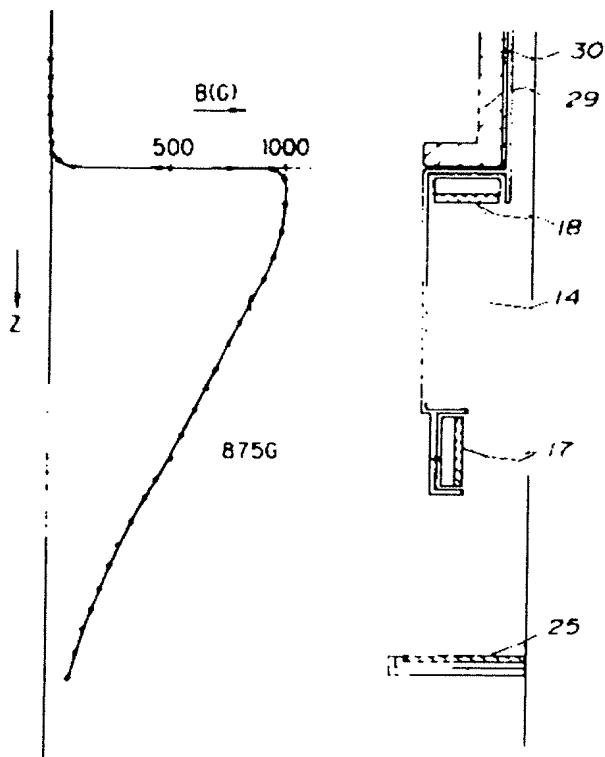


보통 전지의 외전류 (A)

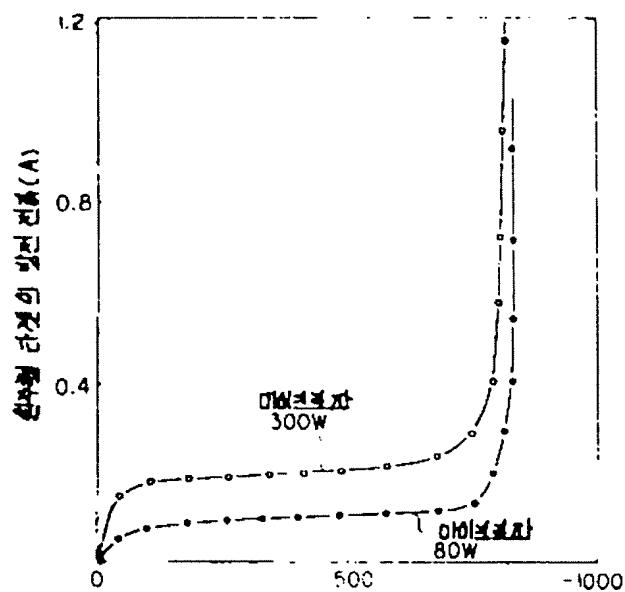
도면9



도면10

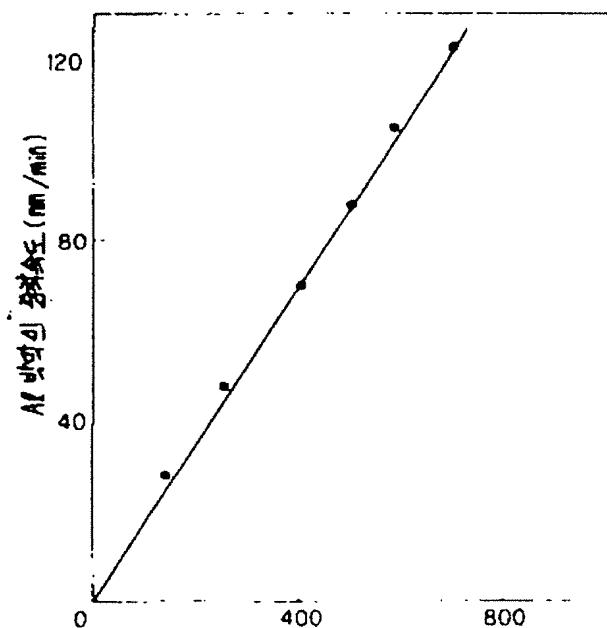


도면 11



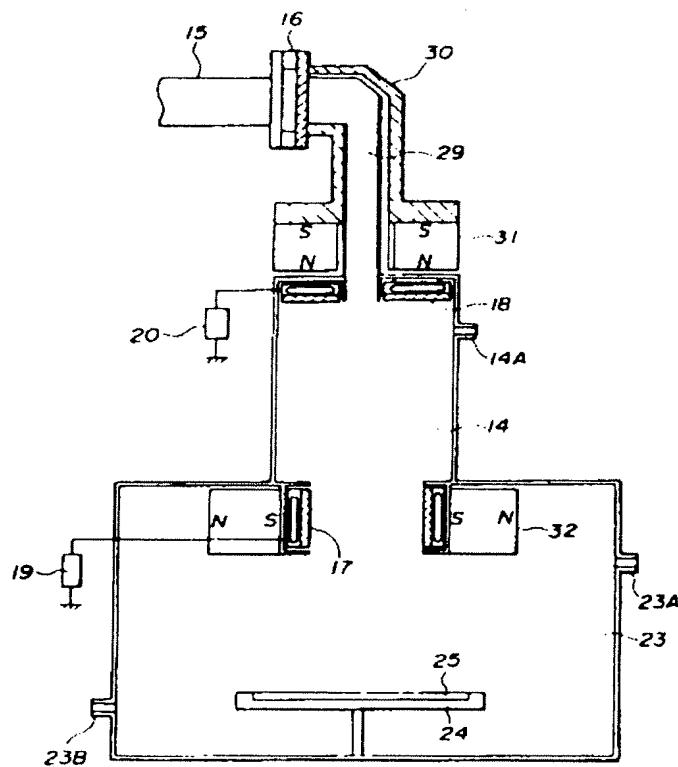
반주류 다iod에 인가된 전류(V)

도면 12

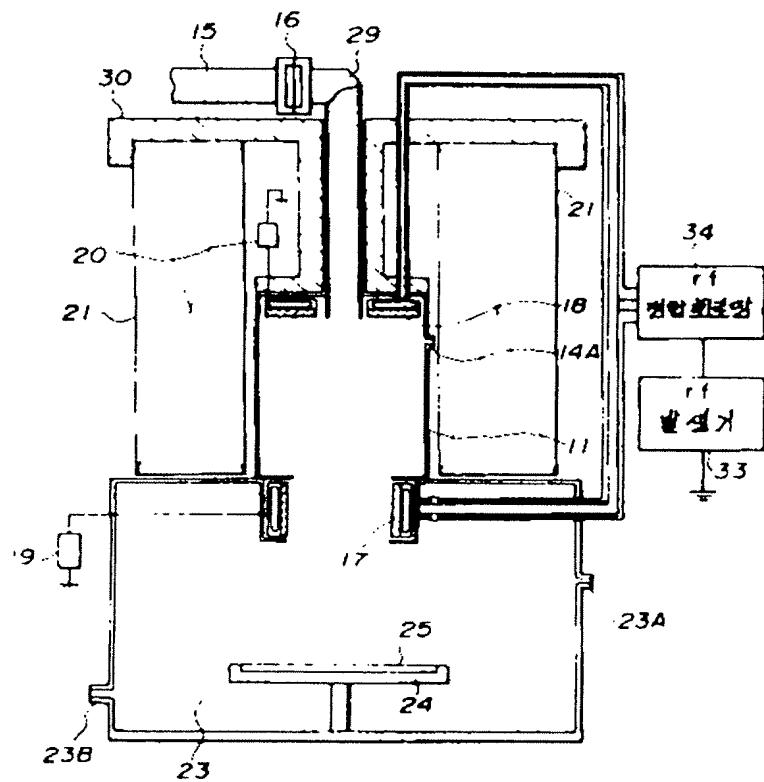


반주류 다iod에 인가된 전류(W)

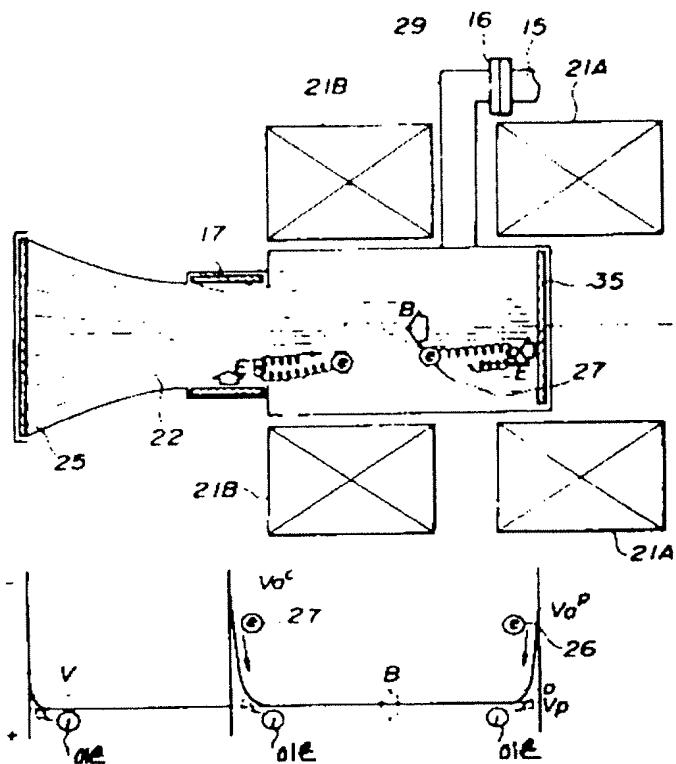
도면13



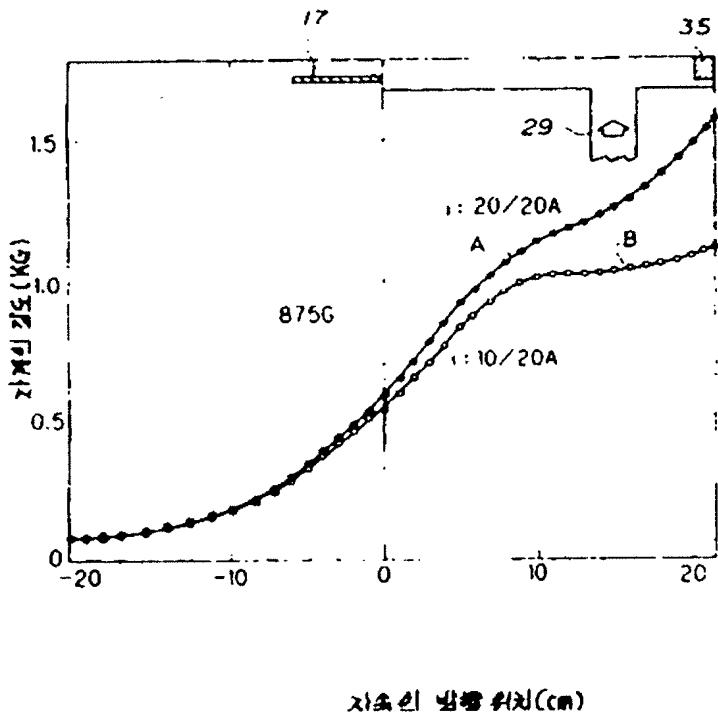
도면14



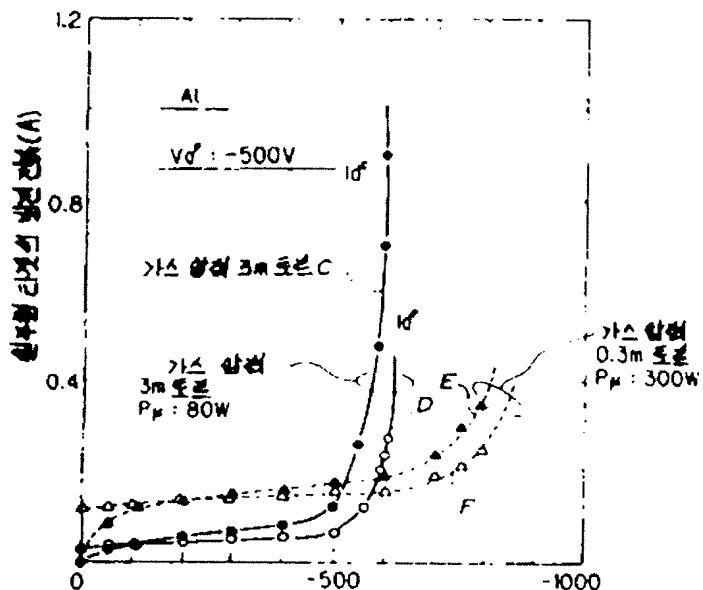
도면15



도면16

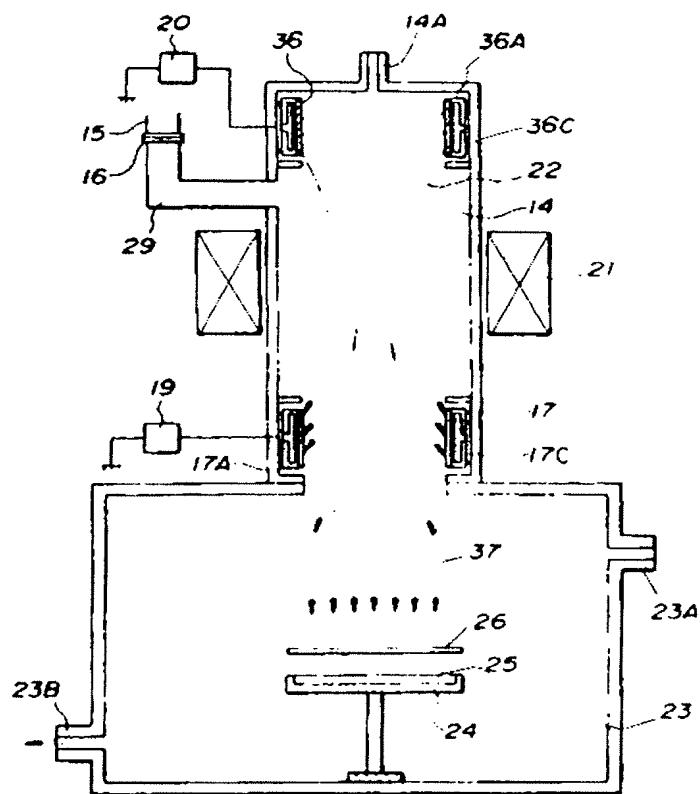


도면17

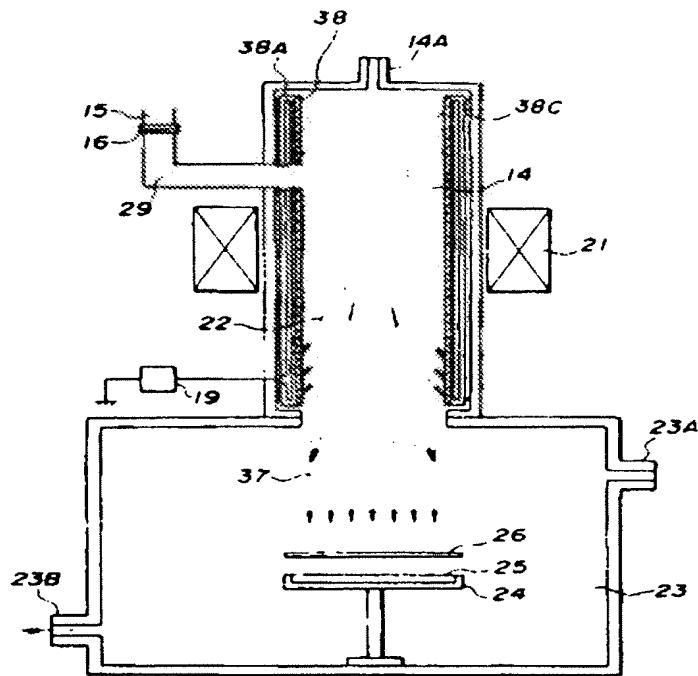


온도계 관통에 인가된 전압(V)

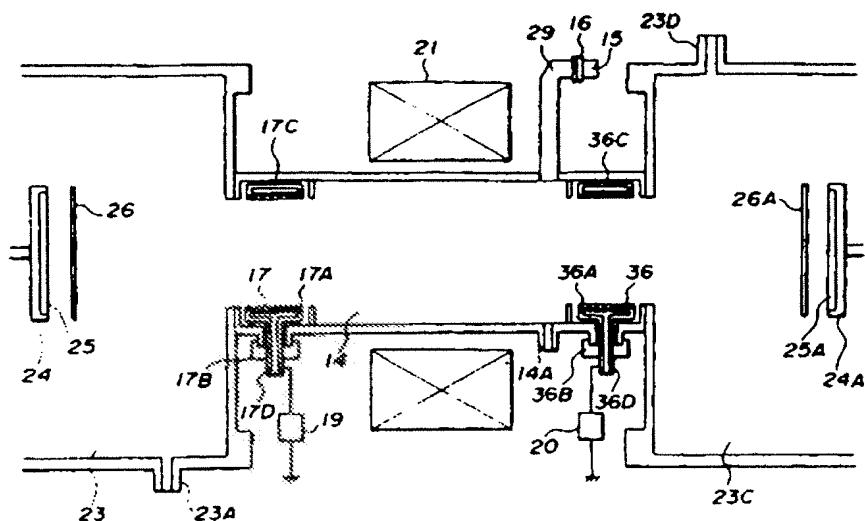
도면18



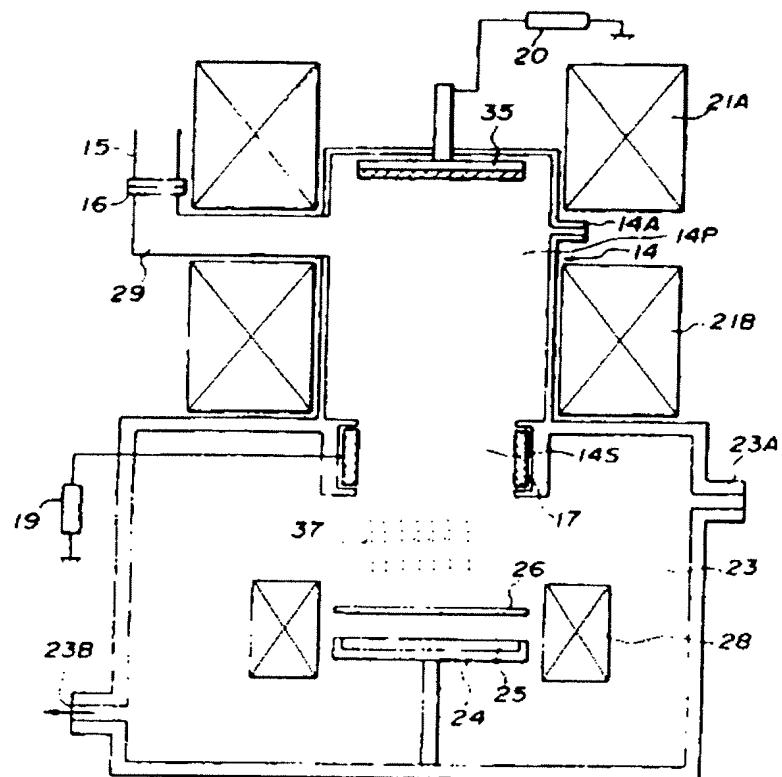
도면19



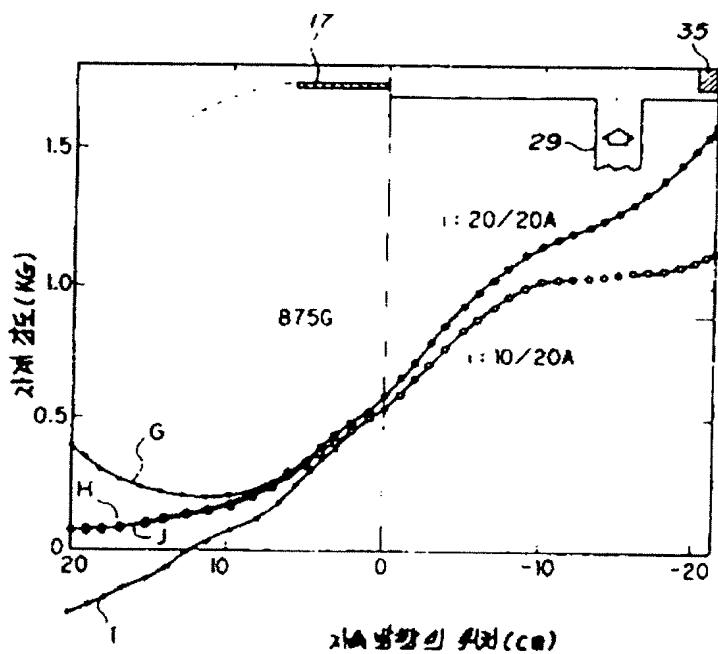
도면20



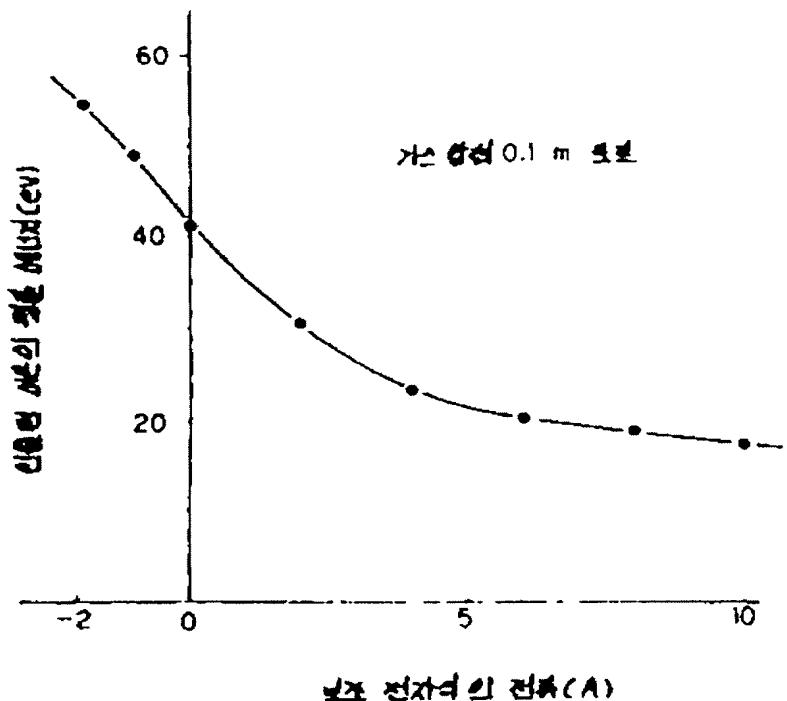
도면21



도면22

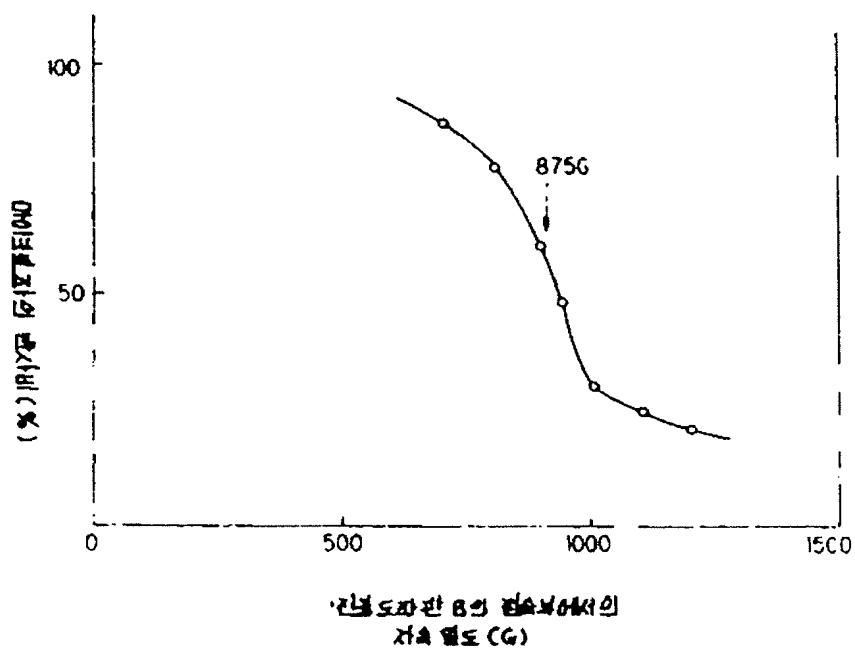


도면23

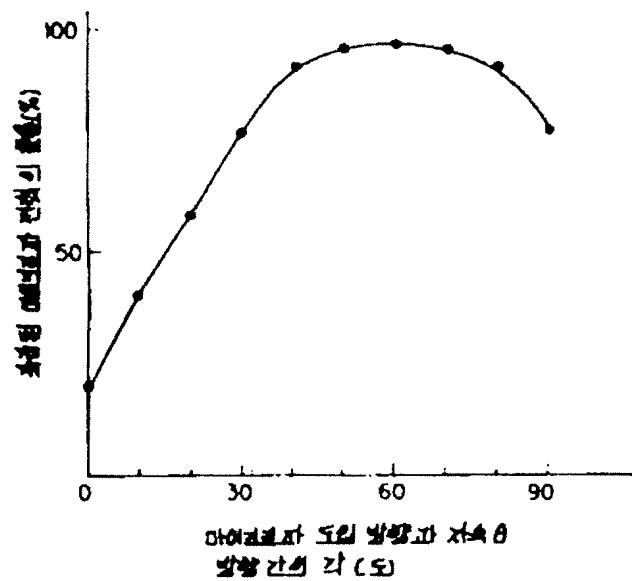


가스 전자학의 전류(A)

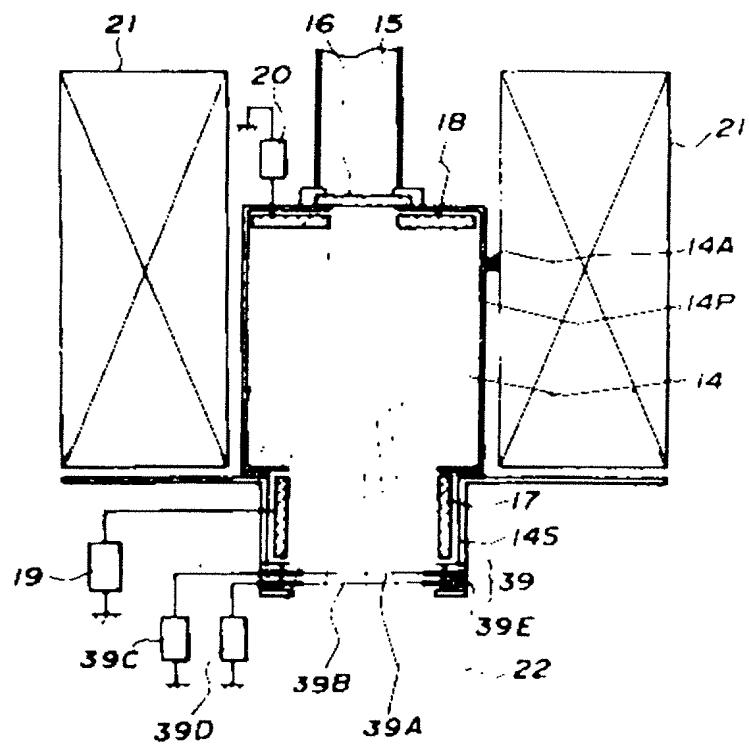
도면24



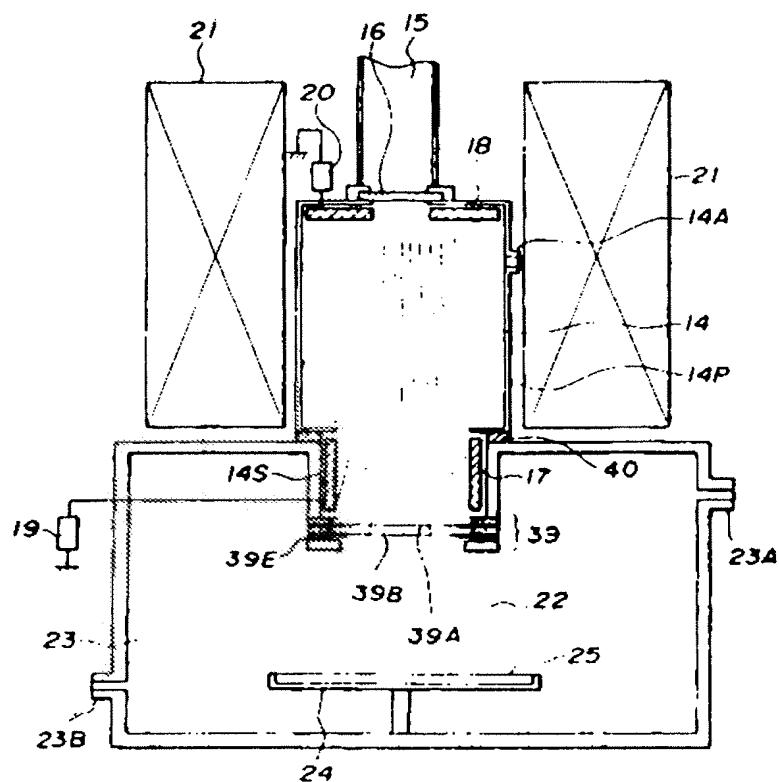
도면25



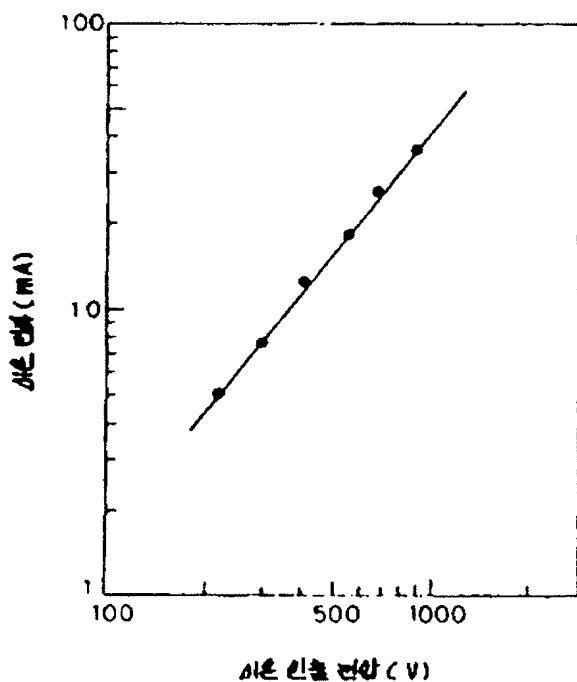
도면26



도면27



도면28



도면29

